

**BERICHTE
aus dem
INSTITUT FÜR MEERESKUNDE
an der
CHRISTIAN-ALBRECHTS-UNIVERSITÄT KIEL**

Nr. 218

**UNTERSUCHUNGEN ZU LEBENSZYKLUS
(Krebse - Fische - Marine Säuger)
UND GEFRIERRESISTENZ ANISAKIDER NEMATODEN
IN NORD- UND OSTSEE**

von

Roland R. Lick

DOI 10.3289/IFM-BER-218

1991

Inhalt

Abkürzungen und Begriffserklärungen	6
Zusammenfassung	7
Summary	10
Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	13
Dank	19
1 Einleitung	20
2 Beschreibung der wichtigsten Nematodenarten	23
2.1 <i>Anisakis simplex</i> (Krabbe 1878) Rudolphi 1809	24
2.2 <i>Contracaecum osculatum</i> (Rudolphi 1802) Baylis 1920	28
2.3 <i>Hysterothylacium aduncum</i> Rudolphi 1802	32
2.4 <i>Pseudoterranova decipiens</i> (Krabbe 1878) Mozgovoi 1951	34
2.5 Bestimmungsschlüssel anisakider Nematoden aus dem Verdauungstrakt mariner Säuger und ihrer Larvalstadien aus Fischen	38
3 Nematodenlarven in 1. Zwischenwirten	50
3.1 Einleitung	50
3.2 Material und Methode	55
3.3 Ergebnisse	55
3.4 Diskussion	57
4 Nematoden in Fischen der Elbmündung	59
4.1 Einleitung	59
4.2 Material und Methoden	59
4.3 Ergebnisse	62
4.4 Diskussion	73
5 Quantifizierung von Magennematoden aus Seesäufern der Nord- und Ostsee	75
5.1 Einleitung	75
- Bestandsentwicklung und Verbreitung mariner Säuger im Untersuchungsgebiet	75
- Das Seehundsterben 1988	77
- Nahrung mariner Säuger	81
- Nematoden in marinen Säugern	81

5.2	Material und Methoden	83
5.2.1	Robben	83
	- Altersbestimmung.....	83
	- Untersuchungsmethodik	86
	- Bestimmung der Parasiten	87
5.2.2	Wale	89
5.3	Ergebnisse	93
5.3.1	Robben	93
5.3.1.1	Verteilung der Nematoden innerhalb des Verdauungstraktes	93
5.3.1.2	Gesamtbefallsrate, -intensität und Abundanz	94
5.3.1.3	Relative Häufigkeit der nachgewiesenen Nematodenarten und -entwicklungsstadien	98
5.3.1.4	Befallscharakteristik einzelner Nematodenarten	102
5.3.1.5	Saisonale Aspekte im Nematodenbefall von Seehunden	104
5.3.2	Wale	108
5.3.2.1	Verteilung der Nematoden innerhalb des Verdauungstraktes	108
5.3.2.2	Gesamtbefallsrate, -intensität und Abundanz	109
5.3.2.3	Relative Häufigkeit und Befallscharakteristik der einzelnen Nematodenarten und -entwicklungsstadien	109
5.3.2.4	Saisonale Aspekte im Nematodenbefall von Schweinswalen	115
5.3.2.5	Pathologische Veränderungen der Magenwand	116
5.4	Diskussion	118
6	Nahrungsanalysen mariner Säuger	122
6.1	Einleitung	122
6.2	Material und Methoden	124
6.3	Ergebnisse	124
6.3.1	Beziehungen zwischen Otolithenlänge, Fischlänge und Fischgewicht	124
6.3.2	Nahrungsspektrum der Schweinswale	128
6.3.2.1	Frequenz des Auftretens einzelner Fischarten (Nahrungspräferenz)	129
6.3.2.2	Relativer Individuenanteil der einzelnen Fischarten an der Nahrung	132
6.3.2.3	Relativer Gewichtsanteil der einzelnen Fischarten an der Nahrung	132
6.3.2.4	Bevorzugung verschiedener Fisch-Größenklassen als Nahrung	137
6.4	Diskussion	138
7	Temperaturresistenz von Nematodenlarven aus Fischen des Nordatlantiks	141
7.1	Einleitung	141
7.2	Material und Methode	142
	- Einfrieren im Kühlraum:	142
	- Schockgefrieren im Stickstoffgebläsefroster:	142
	- Temperaturmessung:	142
	- Beurteilung der Lebensfähigkeit der Nematoden:	143
	- Unsicherheitsfaktoren:	144

- Fischmaterial.....	144
- Gewinnung der Nematoden:	145
7.3 Ergebnisse	145
7.3.1 Gefrieren im Fischmuskel	145
7.3.1.1 Versuche im Kühlraum bei -5°C in Abhängigkeit von der Lagerungsdauer ..	146
7.3.1.2 Versuche im Stickstoffgebläsefroster in Abhängigkeit von der Temperatur .	148
7.3.2 Gefrieren im "Sandwich"-Filet	151
7.3.3 Gefrieren in physiologischer Kochsalzlösung	153
7.3.4 Gefrieren freiliegender Nematoden	155
7.4 Diskussion	158
 8 Versuche über Verhalten und Resistenz von Nematoden gegenüber verschiedenen Medien	 162
8.1 Einfluß von Gasen (Stickstoff und Kohlendioxid) auf die Überlebensfähigkeit von Nematoden	162
8.2 Pepsinresistenz anisakider Nematoden	162
8.3 Auswanderungsverhalten von <i>Pseudoterranova decipiens</i>	163
8.4 Resistenz von Nematoden gegenüber verschieden konzentrierten Kochsalzlösungen ..	166
 9 Literatur	 170

Abkürzungen und Begriffserklärungen

In Tabellen und Graphiken werden vor allem Gattungs- und Artnamen von Nematoden häufig abgekürzt. Für Fischnamen werden meist die deutschen Begriffe verwendet. Geringfügige Unstimmigkeiten bei Prozentzahlen sind auf Rundungsfehler zurückzuführen.

Abkürzungen:

Ang	<i>Anguillicola crassus</i>
Ani	<i>Anisakis</i> spec.
Asc	<i>Ascarophis</i> spec.
Cam	<i>Camallanus</i> spec.
Cap	<i>Capillaria</i> spec.
Cel-m	<i>Cucullanellus minutus</i>
Con	<i>Contracaecum osculatum</i>
Cos	<i>Cosmocephalus obvelatus</i>
Cuc-c	<i>Cucullanus cirratus</i>
Cuc-h	<i>Cucullanus heterochrous</i>
Goz	<i>Goezia</i> spec.
Hys	<i>Hysterothylacium</i> spec.
Hys-c	<i>Hysterothylacium</i> spec. cf. <i>cornutum</i>
L3	drittes Larvenstadium
L4	viertes Larvenstadium
LT-100	Letaltemperatur, bei der 100% der Nematoden abgestorben sind
M	Männchen
MGran	Magengranulome
N-	Nord-
Par	<i>Paracuaria tridentata</i>
Psd	<i>Pseudoterranova decipiens</i>
W	Weibchen
" - "	= untersucht, jedoch negativ

Begriffserklärungen:

Befallsrate : (= Befallsexintensität)	Prozentsatz mit Parasiten (z.B. Nematoden) befallener Wirtstiere (z.B. Seehunde)
Befallsintensität :	Anzahl Parasiten (z.B. Nematoden) pro infiziertem Wirt (z.B. Seehund)
Abundanz : (= Befallshäufigkeit)	Anzahl Parasiten (z.B. Nematoden) aller Wirte (z.B. Seehunde), d.h. auch der nicht-infizierten
Relative Häufigkeit : (= relativer Anteil)	Prozentualer Anteil z.B. der auftretenden Nematodenarten oder -entwicklungsstadien in Bezug auf alle gefundenen Arten oder Stadien
Phasmid :	Drüsentasche am Hinterende

Zusammenfassung

LICK, R.R.; 1991. Untersuchungen zu Lebenszyklus (Krebse - Fische - Marine Säuger) und Gefrierresistenz anisakider Nematoden in Nord- und Ostsee. - Dissertation, math.-nat. Fakultät, Universität Kiel, 195 Seiten.

Diese Untersuchung wurde im Rahmen des vom Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Forsten in Auftrag gegebenen Forschungsvorhabens über das Nematodenproblem in Seefischen in der Zeit von Mai 1988 bis März 1991 durchgeführt. Die Arbeit konzentriert sich auf parasitologische Fragestellungen hinsichtlich der einzelnen Zwischen- und Endwirte fischpathogener Nematoden mit indirekter Relevanz für die Fischwirtschaft. So war zu klären, welche Kleinkrebse als erste Zwischenwirte fungieren, welche Formen von Nematodenlarven in Fischen deutscher Küstengewässer auftreten, welche Rolle marine Säuger als Endwirte dieser Parasiten spielen und welcher Einfluß verschiedenen Gefrierverfahren und Medien zukommt.

Als Ausgangsgebiet für die Untersuchungen in Küstengewässern wurde die äußere Elbmündung gewählt. Sie ist leicht zugänglich und die dort lebenden Fische weisen einen deutlich höheren Nematodenbefall auf als in anderen Bereichen des Wattenmeeres. Zur Erfassung der Nematodenfauna dieser Fische wurden insgesamt 2434 Fische aus 41 Arten untersucht (1-199 Tiere pro Art). 32 Arten waren befallen. Insgesamt wurden 15 Nematodenarten identifiziert. Davon kamen 3 Arten (*Pseudoterranova decipiens*, *Anisakis simplex*, *Hysterothylacium aduncum*) in der Muskulatur der Fische vor. Neun Arten infizierten die Mesenterien und/oder die Organe der Leibeshöhle, 6 Arten waren im Magen- oder Darmlumen zu finden. Die meisten Nematodenarten fanden sich in den Plattfischen Scholle (7 Arten) und Flunder (6 Arten). Aal, Bachforelle, Hering, Kaulbarsch, Kabeljau und Seeskorpion wiesen jeweils zwischen 3 und 5 Nematodenarten auf. Die am häufigsten vorkommenden Nematodenarten waren *Hysterothylacium aduncum* (in 30 Fischarten) und *Pseudoterranova decipiens* (in 20 Fischarten). In 12 Fischarten fanden sich Magengranulome, aus denen mit Hilfe von Pepsinverdauung die drei Arten *Cosmocephalus obvelatus*, *Paracuarina tridentata* und *Hysterothylacium* sp. cf. *comutum* isoliert werden konnten. Drei Nematodenarten (*Pseudoterranova decipiens*, *Anisakis simplex*, *Contracaecum osculatum*) werden in marinen Säugern geschlechtsreif, zwei in Vögeln (*Cosmocephalus*, *Paracuarina*). Die restlichen 10 Wurmart haben Fische als Endwirt.

Die Anzahl der für die Fischindustrie relevanten Nematoden, weil makroskopisch sichtbar oder humanpathogen, beschränkt sich auf 5 Arten: *Pseudoterranova*, *Anisakis*, *Contracaecum*, *Hysterothylacium* und *Anguillicola*. Die drei erstgenannten stellen bei Lebendverzehr eine Gefahr für die menschliche Gesundheit dar. *Contracaecum* war im Gebiet äußerst selten. *Anisakis* trat, außer beim Hering, nur in geringer Zahl auf.

Sprotte und Kabeljau konnten als Fischzwischenwirte für *Contracaecum osculatum* nachgewiesen werden. Um die ersten Zwischenwirte der Nematoden zu identifizieren, mit denen sich die Fische infizieren, wurden insgesamt 9840 Kleinkrebse untersucht, die einen wesentlichen Teil der Fischnahrung im Gebiet darstellen. Es zeigte sich, daß die Schwimmgarnele *Neomysis integer* ein wichtiger Überträger für *Pseudoterranova* und *Hysterothylacium* ist.

Um die Rolle mariner Säuger als Parasitenendwirt zu klären, wurden 293 Seehunde aus dem Wattenmeer und 102 Schweinswale aus der östlichen Nordsee und der westlichen Ostsee auf Magenwürmer untersucht. Der Seehund erwies sich als Hauptträger adulter *Pseudoterranova*. 95% der 5982 vorgefundenen Nematoden gehörten dieser Art an. *Contracaecum osculatum* machte weitere 4% aus. *Anisakis simplex* wurde nur selten und nur in juvenilem Zustand in den Seehundsmägen gefunden.

Als Hauptüberträger von *Anisakis* muß im Gebiet der Schweinswal angesehen werden. 84% aller 1907 in ihm gefundenen Nematoden zählten zu dieser Art. Auch *Pseudoterranova* kam vor, jedoch nur in der Nordsee und nie in geschlechtsreifem Zustand. Befallsrate wie auch Befallsintensität mit Magennematoden stiegen mit zunehmendem Alter beim Seehund und Schweinswal an.

Zum ersten Mal wurden Nahrungsanalysen an Schweinswalen in deutschen Gewässern der Nord- und Ostsee durchgeführt. Die Untersuchung basiert auf 102 Verdauungstrakten, von denen 78 (76%) Nahrungsreste aufwiesen. Meist handelte es sich um Otolithen, oft auch um mehr oder weniger stark angekaute Fische. Insgesamt wurden über 10000 Otolithen identifiziert.

Zur Erfassung der Größenklassen und der Gewichte der Nahrungsfische wurden die Beziehungen zwischen Otolithen- und Fischlänge sowie zwischen Fischlänge und -gewicht aus den aus dem Elbeästuar untersuchten Fischen ermittelt und zugrunde gelegt.

Das Nahrungsspektrum der Schweinswale umfaßte im Untersuchungsgebiet 17 Fischarten aus 10-11 Familien. In der Nordsee war die Nahrungsvielfalt mit 14 Fischarten höher als in der Ostsee (8 Arten). Zu den Fischarten, die mit der größten Regelmäßigkeit aufgenommen wurden, gehörten in der Nordsee Seezunge, Grundel, Kabeljau, Kliesche und Wittling. In der Ostsee waren es Kabeljau, Hering und Grundeln. Plattfische wurden nur in der Nordsee gefressen. Den größten relativen Anteil bezogen auf die gefressene Individuenzahl stellten in der Nordsee Plattfische (Kliesche, Seezunge, Flunder) und Grundeln dar. In der Ostsee dominierten mit 96% aller gefressenen Fische die Grundeln.

Grundeln wurden bevorzugt von jüngeren Walen gefressen. Bei älteren Tieren gewannen in der Ostsee vor allem Kabeljau und Hering an Bedeutung. In der Nordsee traten bei älteren Schweinswalen vermehrt Plattfische (35%) und Gadiden (23%) im Nahrungsspektrum auf. Die größten von einem Schweinswal gefressenen Fische waren eine unverdaute Seezunge mit 42 cm und ein Kabeljau mit 55 cm. Anhand der Otolithenlänge wurden für Seezungen sogar Längen von 46 cm und für Kabeljau von 62 cm errechnet.

Auf das Gewicht bezogen spielten in der Nordsee vor allem Seezunge (41%) und Kabeljau (25%) eine wesentliche Rolle, in der Ostsee waren es Kabeljau (70%), Grundel (19%) und Hering (11%).

Eine Rolle bei der Übertragung von *Anisakis*-Larven spielten von den gefressenen Fischarten nur der Hering und der Kabeljau.

In 110 Einzelversuchen wurden mehr als 11000 Nematoden nach zwei verschiedenen Verfahren (Schockgefrieren, langsames Einfrieren) gefroren, innerhalb derer nochmals nach 4 Verfahrensweisen unterschieden wurde. *Anisakis* wies eine deutlich höhere Gefrierresistenz auf als *Pseudoterranova*.

Bei Lagerung bei -5°C überlebten 50% der *Pseudoterranova*-Larven in Stintmuskel für 2,5 Tage. Nach 4,5 Tagen waren in der Regel alle Nematoden abgetötet. In einem Ausnahmefall überlebten 1% der *Pseudoterranova*-Larven allerdings 13,5 Tage. *Anisakis*-Larven in Brosmebauchlappen dagegen überlebten unter gleichen Versuchsbedingungen auch nach 14 Tagen noch zu 50%.

Bei Schockgefrieren betrug die LT-50 für *Pseudoterranova* -8°C. Temperaturen unter -10°C wurden bis auf eine Ausnahme nicht überlebt. In einem Versuch wurden bei -15°C 2,5% überlebende Nematoden festgestellt. Temperaturen unter -16°C waren für diese Art stets letal. Für *Anisakis* waren in der Regel Temperaturen unter -15°C letal. Lediglich in einem Versuch überlebten 0,4% der Larven eine Temperatur von -20°C nach Schockgefrieren.

Nematoden, die im Fischfleisch gefroren wurden, erwiesen sich als kältetoleranter als freipräparierte oder in physiologische Kochsalzlösung überführte Würmer. *Anisakis* aus isländischer Brosme zeigte hierbei eine höhere Kältetoleranz als *Anisakis* aus norwegischer Brosme.

Eine Begasung der Nematoden mit Stickstoff oder Kohlendioxid beeinträchtigte die Überlebensfähigkeit nicht. Auch ein Pepsinbad unter den bei Verdauungsuntersuchungen üblicherweise herrschenden Bedingungen wurde von beiden Arten für mindestens 3 Tage überstanden. Für tote Stinte wurde gezeigt, daß die Auswanderungsrate von *Pseudoterranova decipiens* aus der Muskulatur und der Leibeshöhle vom Salzgehalt des Umgebungswassers sowie der Größe der Wirtsfische abhängt.

Summary

LICK, R.R.; 1991. [Investigations concerning the life cycle (crustaceans - fish - marine mammals) and freezing tolerance of anisakine nematodes in the North Sea and the Baltic Sea.] (in German) - Dissertation, math.-nat. Fac., University of Kiel, 195 pp.

The present investigations formed part of a research project on "Nematode problem in marine fish", which was commissioned by the Ministry of Agriculture, Food and Forestry and executed between May 1988 to March 1991. The thesis deals with questions concerning the different intermediate and final hosts of fish pathogenic nematodes with relevance to the fishing industry. The aim was to clarify which types of nematode larvae occur in fish in German coastal waters, which crustaceans function as their first intermediate hosts, what role marine mammals play as definitive hosts of these parasites and how different freezing methods and media act on the survival of the nematodes.

Investigations on the intermediate hosts were carried out in the outer Elbe estuary. This locality is easy to reach and its inhabitant fish community shows a remarkably higher prevalence of infection with nematodes than in other regions of the Wadden Sea. For examination of the nematode fauna 2434 fish belonging to 41 species were investigated (1-199 specimens per species). 32 species were infected. Altogether 15 nematode species could be identified. Three species (*Pseudoterranova decipiens*, *Anisakis simplex*, *Hysterothylacium aduncum*) occurred in the flesh of the fish. Nine species infected the mesenteries and/or organs of the body cavity, 6 species were located in the lumen of the stomach or intestine. The highest number of nematode species was found in the flatfishes dab (*Limanda limanda*) (7 species) and flounder (*Platichthys flesus*) (6 species). Eel (*Anguilla anguilla*), trout (*Salmo trutta*), herring (*Clupea harengus*), pope (*Acerina cernua*), cod (*Gadus morhua*) and sea scorpion (*Myoxocephalus scorpius*) were infected with 3 to 5 nematode species. The most widely distributed nematode species were *Hysterothylacium aduncum* (in 30 fish species) and *Pseudoterranova decipiens* (in 20 fish species). Stomach granuloma were detected in 12 fish species, from which the three species *Cosmocephalus obvelatus*, *Paracuarina tridentata* and *Hysterothylacium* sp. cf. *cornutum* could be isolated by the help of pepsin digestion. Three nematode species (*Pseudoterranova decipiens*, *Anisakis simplex*, *Contracaecum osculatum*) mature in marine mammals, two species in birds (*Cosmocephalus obvelatus*, *Paracuarina tridentata*). The other 10 nematode species have fish as final hosts.

Five nematode genera, namely *Pseudoterranova*, *Anisakis*, *Contracaecum*, *Hysterothylacium* and *Anguillicola* are relevant to the fishing industry either because they are macroscopically visible or because they are pathogenic to humans. The first three are dangerous for human health if swallowed alive. *Contracaecum* was rare in the area, *Anisakis* occurred in low intensities only, with the exception of herring.

Sprat and cod were identified as intermediate hosts for *Contracaecum osculatum*. For identification of the first intermediate hosts transmitting the nematodes to fish, 9840 crustaceans were investigated. They represent an important part of the food of fish in the area. *Neomysis integer* could be shown as an important intermediate host for both *Pseudoterranova* and *Hysterothylacium*.

To elucidate the **role** of marine mammals as final hosts, 293 harbour seals (*Phoca vitulina*) from the Wadden Sea and 102 harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) from the eastern North Sea and the western Baltic Sea were examined for stomach nematodes. Harbour seal is the main host for adult *Pseudoterranova*. 95% of all 5982 nematodes found in the seal stomachs belonged to that species and only 4% belonged to *Contracaecum osculatum*. *Anisakis simplex* occurred only rarely and only in juvenile stages in the stomachs of the seals.

Harbour porpoise seems to be a main transmitter for *Anisakis* in the area. 84% of all 1907 nematodes found belonged to that species. Also *Pseudoterranova* was found, but it was restricted to the North Sea and did not reach maturity. Prevalence and intensity of infection increased with the age of the final host.

For the first time food analyses has been carried out on harbour porpoises from German coastal waters. In 78 of the 102 stomachs investigated (76%) food remnants were found. Most of them were otoliths and more or less digested fish. Altogether more than 10 000 otoliths were identified.

For calculating the length and weight of the fish prey, the relationships between otolith length and fish length as well between fish length and fish weight were established in fish from the Elbe estuary.

The food of the harbour porpoise consists of 17 fish species belonging to 10 or 11 fish families. In the North Sea the food variability (14 species) was higher than in the Baltic Sea (8 species). In the North Sea sole, goby, cod, dab and whiting were the fish species which were preyed upon with the highest frequency. In the Baltic Sea cod, herring and goby occurred most frequently in the stomachs of the porpoises. According to the proportion of fish individuals on the total amount of fish eaten, in the North Sea the highest percentage was represented by flatfish (dab, sole, flounder) and gobies. In the Baltic Sea gobies dominated with 97% of all fish eaten.

Gobies were eaten preferably by younger harbour porpoises. In older whales from the Baltic Sea the amount of cod and herring increased. Older whales of the North Sea preferred flatfish (35%) and gadids (23%). The biggest fish found in a stomach was an undigested sole of 42 cm and a cod of 55 cm. The maximum calculated fish length was 46 cm for sole and 62 cm for cod.

Relative to weight, mainly sole (41%) and cod (25%) were preyed upon in the North Sea. In the Baltic Sea cod (70%), goby (19%) and herring (11%) played an important role. From all food fish only herring and cod play a role in transferring *Anisakis* to the whales.

In 110 single experiments more than 11 000 nematodes were frozen in two different ways (shock freezing, slow freezing), which were further subdivided into four methods. *Anisakis* showed a higher freezing tolerance than *Pseudoterranova*.

At -5°C 50% of the *Pseudoterranova* larvae survived for 2.5 days in the flesh of smelt. After 4.5 days usually all nematodes were killed. In one case, however, 1% of the *Pseudoterranova* larvae survived for 13.5 days. In contrast to that more than 50% of the *Anisakis* larvae were still alive in the belly flaps of brosmie under the same conditions.

After shock-freezing, the LT-50 for *Pseudoterranova* was -8°C. With one exception the nematodes did not survive temperatures below -10°C. In one experiment, however, 2.5% living nematodes were found at -15°C. Temperatures below -16°C were always lethal. *Anisakis* normally died at temperatures below -15°C. Only in one case did 0.4% of the *Anisakis* larvae survive at a temperature of -20°C after shock-freezing.

Nematodes which were frozen in the flesh of fish showed a higher freezing resistance than isolated ones or those lying in physiological salt solution. *Anisakis* from icelandic brosme tolerated lower temperatures than those from Norwegian brosme.

The gases nitrogen or hydrocarbon do not affect the survival of the nematodes. Also a pepsin solution will be tolerated for at least 3 days. For dead smelt it could be shown that the ratio of *Pseudoterranova decipiens* leaving the fish muscle and the body cavity after the death of the host, is correlated with the salt concentration of the surrounding water and with the size of the fish host.

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildungen:

Abb. 1: Entwicklungszyklus anisakider Nematoden und dazu bearbeitete Themengebiete.....	22
Abb. 2: Lebenszyklus von Nematoden mit Seesäufern als Endwirt	23
Abb. 3: Schematische Darstellung der in Fischen und marinen Säugern auftretenden Entwicklungsstadien anisakider Nematoden	41
Abb. 4: Morphologische Merkmale der Drittlarven anisakider Nematoden	42
Abb. 5: Morphologische Merkmale der Viertlarven anisakider Nematoden	44
Abb. 6: Morphologische Merkmale adulter Männchen anisakider Nematoden	46
Abb. 7: Morphologische Merkmale adulter Weibchen anisakider Nematoden	48
Abb. 8: <i>Hysterothylacium</i> -Larve in <i>Neomysis integer</i>	56
Abb. 9: <i>Pseudoterranova decipiens</i> aus <i>Neomysis integer</i>	56
Abb. 10: Fischereistationen	60
Abb. 11: Morphologische Merkmale der <i>in-vitro</i> kultivierten <i>Contracaecum</i> -Larven aus Sprotte und Kabeljau	72
Abb. 12: Maximalzählungen (im Juli) von auf Sandbänken ruhenden Seehunden in verschiedenen Gebieten des Wattenmeeres	76
Abb. 13: Ruhende Seehunde auf einer Sandbank im nordfriesischen Wattenmeer	77
Abb. 14: Registrierte Totfunde und Beifänge von Schweinswalen an der schleswig-holsteinischen und der mecklenburg-vorpommerschen Küste	79
Abb. 15: Verbreitung der Seehunde im schleswig-holsteinischen Wattenmeer nach Flugzählungen am 25./26. Juni 1989	80
Abb. 16: Fundorte der untersuchten Seehunde	84
Abb. 17: Anzahl untersuchter Seehunde verschiedener Altersgruppen im Jahresverlauf	85
Abb. 18: Alters- und Geschlechterzusammensetzung der 1988-1990 untersuchten Seehunde ..	86
Abb. 19: Eröffneter Magen eines Seehundes	87
Abb. 20: Schema der Parasitenuntersuchung des Darmes mariner Säuger	88
Abb. 21: Kegelrobbe (<i>Halichoerus grypus</i>)	88
Abb. 22: Schweinswal (<i>Phocoena phocoena</i>)	89
Abb. 23: Fundorte der untersuchten Schweinswale	90

Abb. 24: Eröffneter Magen eines Schweinswales	92
Abb. 25: Der am 26.06.1990 vor Büsum verendete Finnwal (<i>Balaenoptera physalus</i>)	92
Abb. 26: Eingeborhter Nematode mit sogenannter "Kappe" ("Caps") und "Kappe" in der Magenwand von <i>Phoca vitulina</i>	94
Abb. 27: Gesamtbefallsrate einzelner Altersgruppen von Seehunden in Abhängigkeit vom Geschlecht aus dem deutschen und dänischen Wattenmeer, 1988-1990	95
Abb. 28: Intensität des Nematodenbefalls der Seehunde im deutschen und dänischen Wattenmeer, 1988-1990	96
Abb. 29: Häufigkeitsverteilung der Nematodenintensität in den Mägen von Seehunden aus dem deutschen und dänischen Wattenmeer, 1988-1990	97
Abb. 30: Relative Häufigkeit (%) der einzelnen Nematodenarten in Seehunden des deutschen und dänischen Wattenmeeres, 1988-1990	99
Abb. 31: Befallsintensität und Abundanz verschiedener Entwicklungsstadien von Magennematoden bei Seehunden des Wattenmeeres, 1988-1990	100
Abb. 32: Relative Häufigkeit (%) einzelner Entwicklungsstadien von <i>Pseudoterranova</i> <i>decipiens</i> und <i>Contracaecum osculatum</i> aus Seehunden des deutschen und dänischen Wattenmeeres, 1988-1990	101
Abb. 33: Befallsrate der Seehunde mit einzelnen Nematodenarten im deutschen und dänischen Teil des Wattenmeeres, 1988-1990	103
Abb. 34: Befallsintensität der drei in den Seehunden des Wattenmeeres nachgewiesenen Nematodenarten	103
Abb. 35: Gesamtbefallsrate mit Nematoden der Seehunde im deutschen und dänischen Wattenmeer im Jahresverlauf	104
Abb. 36: Relative Häufigkeit einzelner Nematodenarten in Seehunden des deutschen und dänischen Wattenmeeres im Jahresverlauf	105
Abb. 37: Relative Häufigkeit einzelner Entwicklungsstadien von <i>Pseudoterranova</i> in Seehunden des Wattenmeeres im Jahresverlauf	106
Abb. 38: Nematoden im Magen (1.Kammer) eines Schweinswales	108
Abb. 39: Gesamtbefallsrate mit Nematoden von Schweinswalen in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht, 1985-1990	110
Abb. 40: Gesamtbefallsrate mit Nematoden in Abhängigkeit von der Gesamtlänge der Schweinswale, 1985-1990	110
Abb. 41: Intensität des Nematodenbefalls von Schweinswalen, 1985-1990	111
Abb. 42: Intensität des Nematodenbefalls von Schweinswalen in Abhängigkeit von der Länge des Endwirtes	111
Abb. 43: Häufigkeitsverteilung der Intensität des Nematodenbefalls bei Schweinswalen, 1985-1990	112

Abb. 44:	Relative Häufigkeit der nachgewiesenen Nematodenarten in Schweinswalen der Nord- und Ostsee, 1985-1990	113
Abb. 45:	Anteil der verschiedenen Entwicklungsstadien von <i>Anisakis</i> aus dem Verdauungstrakt von Schweinswalen, 1985-1990	113
Abb. 46:	Befallsrate von Schweinswalen mit den einzelnen Nematodenarten, 1985-1990	114
Abb. 47:	Befallsintensität von Schweinswalen mit den einzelnen Nematodenarten (Nordsee, 1985-1990)	114
Abb. 48:	Nematodengeschwür in der Magenwand eines Schweinswales mit mehreren eingebohrten Nematoden (<i>Anisakis simplex</i>)	116
Abb. 49:	Auf Sylt gestrandeter Gewöhnlicher Delphin (<i>Delphinus delphis</i>)	118
Abb. 50:	Beziehung zwischen Länge und Gewicht verschiedener Nahrungsfische von Schweinswalen aus der Elbmündung	125
Abb. 51:	Beziehung zwischen Otolithenlänge und Fischlänge verschiedener Nahrungsfische von Schweinswalen aus der Elbmündung	126
Abb. 52:	Häufigkeit des Auftretens einzelner Fischarten in den Mägen von Schweinswalen der Nord- und Ostsee, 1985-1990	130
Abb. 53:	Häufigkeit des Auftretens einzelner Fischarten in den Mägen von Schweinswalen, getrennt nach Wal-Längengruppen, 1985-1990	131
Abb. 54:	Relativer Individuenanteil (%) der einzelnen Fischarten an der Nahrung von Schweinswalen aus Nord- und Ostsee, 1985-1990	133
Abb. 55:	Relativer Individuenanteil (%) der einzelnen Fischarten an der Nahrung von Schweinswalen aus Nord- und Ostsee in Abhängigkeit von der Wallänge, 1985-1990.	134
Abb. 56:	Relativer Gewichtsanteil der einzelnen Fischarten an der Nahrung von Schweinswalen der Nord- und Ostsee, 1985-1990	135
Abb. 57:	Relativer Gewichtsanteil der einzelnen Fischarten an der Nahrung von Schweinswalen der Nord- und Ostsee in Abhängigkeit von der Wallänge, 1985-1990	136
Abb. 58:	Versuchsapparatur zur Durchführung der Gefrierversuche mit flüssigem Stickstoff (Gebläsefroster Typ BF-R 203/200 R, Firma Messer Griesheim, Köln)	143
Abb. 59:	Überlebensrate von <i>Pseudoterranova</i> im Stintmuskel (Elbe) bei -5°C	147
Abb. 60:	Überlebensrate von <i>Anisakis</i> in Brosme- (Island) und Seelachsbauchlappen (Norwegen) bei -5°C	148
Abb. 61:	Überlebensrate von <i>Anisakis</i> im Brosmefilet in Abhängigkeit von der Temperatur	150
Abb. 62:	Überlebensrate von <i>Anisakis</i> im Seelachsfilet in Abhängigkeit von der Temperatur	150
Abb. 63:	Überlebensrate von <i>Pseudoterranova</i> im Stintmuskel in Abhängigkeit von der Temperatur	151

Abb. 64:	Überlebensrate von aus Seelachs isolierten und im "Sandwich"-Filet eingefrorenen <i>Anisakis</i> in Abhängigkeit von der Temperatur	153
Abb. 65:	Überlebensrate von aus verschiedenen Fischarten isolierten <i>Anisakis</i> in physiologischer Kochsalzlösung bei -5°C in Abhängigkeit von der Lagerungsdauer	155
Abb. 66:	Überlebensrate von aus Stint isolierten <i>Pseudoterranova</i> -Larven in Abhängigkeit von der Temperatur (freiliegend in einer Petrischale eingefroren)	158
Abb. 67:	Auswanderungsverhalten von <i>Pseudoterranova</i> aus Stint (15-16 cm) in Abhängigkeit von der Salzwasserkonzentration	164
Abb. 68:	Auswanderverhalten von <i>Pseudoterranova</i> -Larven aus Stint in Abhängigkeit von der Fisch-Größenklasse und der Konzentration des Salzwassers	165
Abb. 69:	Überlebensrate von <i>Anisakis</i> -Larven aus Seelachs und <i>Pseudoterranova</i> -Larven aus Stint in verschiedenen Kochsalzlösungen	168
 Tabellen:		
Tab. 1:	Synonyme zu <i>Anisakis simplex</i> (Krabbe 1878), Rudolphi 1809	24
Tab. 2:	Marine Säuger, in denen <i>Anisakis simplex</i> und <i>Anisakis spec.*</i> nachgewiesen wurden	27
Tab. 3:	Synonyme zu <i>Contracaecum osculatum</i> (Rudolphi 1802) Baylis 1920	28
Tab. 4:	Liste der bisher nachgewiesenen Fischzwischenwirte von <i>Contracaecum osculatum</i> in verschiedenen Regionen	30
Tab. 5:	Marine Säuger, in denen <i>Contracaecum osculatum</i> oder <i>Contracaecum spec.*</i> nachgewiesen wurde	31
Tab. 6:	Bisher verwendete Namen für <i>Hysterothylacium</i> Ward & Magath 1917.....	33
Tab. 7:	Synonyme zu <i>Pseudoterranova decipiens</i> (Krabbe 1878) Mozgovoi 1951	35
Tab. 8:	Marine Säuger, in denen <i>Pseudoterranova decipiens</i> nachgewiesen wurden	36
Tab. 9:	Erste Zwischenwirte von <i>Hysterothylacium spec.</i>	51
Tab. 10:	Erste Zwischenwirte von <i>Pseudoterranova decipiens</i>	53
Tab. 11:	Erste Zwischenwirte von <i>Anisakis spec.</i>	54
Tab. 12:	Erste Zwischenwirte von <i>Contracaecum osculatum.</i>	54
Tab. 13:	Nematodenlarven in Crustaceen des Wattenmeeres	57
Tab. 14:	Anzahl der aus der Elbmündung auf Nematoden untersuchten Fischarten	61
Tab. 15:	Übersicht der Zwischen- und Endwirte der bei Fischen der Elbmündung gefundenen Nematoden	63

Tab. 16:	Befallsrate (%) der aus der Elbmündung auf Nematoden untersuchten Fische (nicht nach Organen unterschieden)	64
Tab. 17:	Befallsrate (BR %) und mittlere (maximale) Befallsintensität mit Nematoden in der Muskulatur bei Fischen aus der Elbmündung	65
Tab. 18:	Befallsrate (%) und (mittlere Intensität) mit Nematoden in der Leibeshöhle bei Fischen aus der Elbmündung	66
Tab. 19:	Befallsrate verschiedener Fischarten des Wattenmeeres mit <i>Contracaecum osculatum</i> und <i>Hysterothylacium spec.</i>	69
Tab. 20:	Überlebensrate von <i>Hysterothylacium</i> -Larven aus verschiedenen Fischarten bei 37°C im Vergleich zu Nematodenarten , die in Warmblütern geschlechtsreif werden	70
Tab. 21:	Ungefähre Bestandsgrößen von Seehundspopulationen im NO-Atlantik	75
Tab. 22:	Befall des Seehundes (<i>Phoca vitulina</i>) mit anisakiden Nematoden nach Literaturdaten.	82
Tab. 23:	Anzahl untersuchter Seehunde 1988-1990	83
Tab. 24:	Fundorte der untersuchten Schweinswale	91
Tab. 25:	Alters zusammensetzung und Geschlechterverteilung der untersuchten Schweinswale	91
Tab. 26:	Intensität und Abundanz des Nematodenbefalls bei Seehunden, 1988-1990	96
Tab. 27:	Relative Häufigkeit (%) einzelner Nematodenarten in verschiedenen Seehundsalts gruppen	98
Tab. 28:	Geschlechter verhältnis von <i>Pseudoterranova decipiens</i> aus Seehunden des deutschen und dänischen Wattenmeeres	102
Tab. 29:	Relative Häufigkeit (%) einzelner Nematodenarten aus Seehunden des deutschen und dänischen Wattenmeeres im Jahresverlauf, 1988-1990	105
Tab. 30:	Biologische Daten und Nematodenbefall der untersuchten Ringelrobbe und Kegelrobbe	107
Tab. 31:	Anzahl befallener Schweinswale im Jahresverlauf	115
Tab. 32:	Anzahl befallener Schweinswale während verschiedener Jahre (1985-1990)	116
Tab. 33:	Biologische Daten und Nematodenbefall des untersuchten Gewöhnlichen Delphins (<i>Delphinus delphis</i>).	117
Tab. 34:	Nahrung zusammensetzung der Seehunde im Wattenmeer, unabhängig von deren Alter	123
Tab. 35:	Beziehung zwischen Länge und Gewicht verschiedener Fischarten des Wattenmeeres (Elbmündung)	127
Tab. 36:	Nahrung spektrum der Schweinswale in Nord- und Ostsee, 1985-1990.	128

Tab. 37:	Anzahl von Schweinswalen gefressener Fische verschiedener Größenklassen, 1985-1990	137
Tab. 38:	Vereinfachte Berechnung der von Seehunden bzw. Schweinswalen durch einzelne Fischarten durchschnittlich pro Tag aufgenommenen Nematodenzahl.....	139
Tab. 39:	Herkunft der für Gefrierversuche verwendeten Wirtsfischarten	145
Tab. 40:	Überlebensfähigkeit von <i>Pseudoterranova</i> in Stint- (Elbe) und Brosmemuskel bei -5°C	146
Tab. 41:	Überlebensfähigkeit von <i>Anisakis</i> in Brosme- (Island) und Seelachsbauchlappen (Norwegen) bei -5°C	147
Tab. 42:	Überlebensfähigkeit von <i>Anisakis</i> im Muskel von Seelachs und Brosme in Abhängigkeit von der Temperatur	149
Tab. 43:	Überlebensfähigkeit von <i>Pseudoterranova</i> im Fischmuskel in Abhängigkeit von der Temperatur	152
Tab. 44:	Überlebensfähigkeit von aus Seelachs (Norwegen) isolierten und im "Sandwich"-Filet eingefrorenen <i>Anisakis</i> in Abhängigkeit von der Temperatur	153
Tab. 45:	Überlebensfähigkeit freipräparierter <i>Anisakis</i> in physiologischer Kochsalzlösung bei -5°C in Abhängigkeit von der Lagerungsdauer	154
Tab. 46:	Überlebensfähigkeit von aus Stint (Elbe) isolierten <i>Pseudoterranova</i> in physiologischer Kochsalzlösung in Abhängigkeit von der Temperatur	154
Tab. 47:	Überlebensfähigkeit von aus Stint und Brosme isolierten <i>Pseudoterranova</i> in Abhängigkeit von der Temperatur (freiliegend in einer Petrischale eingefroren)	156
Tab. 48:	Anzahl überlebender <i>Anisakis</i> -Larven aus Brosme in Abhängigkeit von der Temperatur (Nematoden frei in einer Petrischale eingefroren)	157
Tab. 49:	Überlebensfähigkeit von aus Seelachs freipräparierten <i>Anisakis</i> in Abhängigkeit von der Temperatur (freiliegend in einer Petrischale eingefroren)	157
Tab. 50:	Resistenz von Nematoden gegenüber Pepsin	163
Tab. 51:	Überlebensfähigkeit von <i>Pseudoterranova</i> -Larven in unterschiedlichen Salzkonzentrationen	166
Tab. 52:	Überlebensfähigkeit von <i>Anisakis</i> -Larven in unterschiedlichen Salzkonzentrationen	167

Dank

Ich danke Herrn Priv.-Doz. Dr. H. **Möller** für die Betreuung dieser Arbeit sowie für seine ständig vorhandene Offenheit und sein Interesse gegenüber neu auftretenden Fragestellungen, die letztendlich zu diesem Thema geführt haben. Insgesamt hat die familiäre Atmosphäre in der von ihm geleiteten Arbeitsgruppe viel Freude bereitet.

Den Mitgliedern der Arbeitsgruppe "**Marine Pathologie**" am IFM Kiel danke ich für die Mithilfe bei der Beschaffung der Fischproben aus dem **Wattenmeer**. Gunnar Sprengel und Hans Lüchtenberg danke ich für zusätzliche Proben vom **Kernkraftwerk Brunsbüttel**.

Für die Untersuchung der Gefrierresistenz der Nematoden erhielt ich Fischbauchlappen und - filets von der Fa. Nordsee (Bremerhaven) und durch Vermittlung von Herrn Dr. Priebe vom Veterinäruntersuchungsamt in **Bremerhaven**.

Die Verdauungstrakte der untersuchten Schweinswale und Seehunde, sowie die dazugehörigen biologischen Daten wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt von: Herrn Prof. W. Schultz und Herrn Dr. G. Heidemann (Institut für **Haustierkunde**, Universität Kiel), Herrn Dr. E. Breuer und Herrn Dr. E. Ernst (Institut für **Veterinärpathologie**, Freie Universität Berlin), Herrn Dr. Rieve (Veterinäruntersuchungsamt **Neumünster**) und Herrn Dr. S. Tougaard (Fiskeri- og Søfartsmuseet, Esbjerg, Dänemark). Vor allem den **Präparatoren** Ivone Fritsche und Heiner Luttmann sowie Herrn Dr. Harald Benke und den vielen **unbekannten** Hilfskräften möchte ich an dieser Stelle für das Sammeln der Proben danken.

Die Fa. Baader Nordischer Maschinen**bau** in Lübeck stellte einen ihrer Durchleuchtungstische für unsere Untersuchungen bereit. Das **Deutsche** Tiefkühlinstitut in Köln vermittelte wertvolle Kontakte, und die Fa. Messer-Griesheim in Köln **stellte** ein Tiefkühlgerät für Experimente zur Verfügung. Herrn Dr. Waller danke ich für die Hilfe bei der **Fertigung** der Temperaturfühler.

Besonderer Dank gilt meiner **technischen** Assistentin Mandy Kierspel, vor allem für ihre tatkräftige Mithilfe bei der **Fischaufarbeitung** und der nicht immer geruchlich attraktiven Sektion der Säugermägen.

Meiner Frau Sonja danke ich für ihre **Geduld** und ihr Verständnis für die durch die Arbeit bedingten Entbehrungen. **Zahlreiche** Wochenenden und Urlaube fielen ihr zum Opfer.

Für die freundliche Bereitstellung von **Daten** über den Nematodenbefall von Krebsen danke ich Herrn Dr. K. Nagasawa. Für die kritische und gewissenhafte Durchsicht des Manuskripts bedanke ich mich bei Herrn Sven Paul.

Wissenschaftlern, wissenschaftlichen **Hilfskräften** und der Verwaltung des IFM Kiel danke ich für ihre vielfältige Unterstützung.

1 Einleitung

Vorliegende Arbeit wurde im Rahmen des vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten in Auftrag gegebenen Forschungsvorhabens "Temperaturresistenz und Befallsdynamik von Nematoden in Seefischen unter besonderer Berücksichtigung des Seehundes als ein Parasitenendwirt" in der Zeit von Mai 1988 bis März 1991 durchgeführt. Anlaß für ein gesteigertes Interesse an der Biologie und dem Entwicklungszyklus fischpathogener Nematoden in der Nord- und Ostsee waren vor allem zwei Ereignisse: der Nematodenskandal 1987 und das Robbensterben 1988.

Als am 28.07.1987 im Nachrichtenmagazin "Monitor" der Öffentlichkeit demonstriert wurde, daß sich in für den menschlichen Verzehr bestimmten Fischerzeugnissen nicht nur tote, sondern zum Teil auch lebende Nematoden befanden, waren viele Konsumenten abgeschreckt und verunsichert. Die Folge war ein Absatzrückgang von Fischerzeugnissen, verbunden mit starken Einbußen für die Fischindustrie. Das Nematodenproblem in Fischen ist indessen nicht neu. Aus der Kölner Stadtchronik aus dem Jahre 1582 geht hervor, daß es nach dem Auffinden von "Schlänglein" in den zur Fastenzeit so begehrten Salzheringen zu starken Umsatzrückgängen in ganz Westdeutschland gekommen war (JÜTTE 1987) - und das lange bevor öffentliche Medien zur Verbreitung von Katastrophenmeldungen in der Lage waren. Für Bayern wurde 1912 der Ankauf von Seefisch zur Truppenverpflegung untersagt, nachdem die Soldaten sich wiederholt über das Vorkommen von Würmern im Fisch beklagt hatten (KAHL 1939). Und 1983 wurde ein Düsseldorfer Einzelhändler in den Konkurs getrieben, nachdem ein Kunde die örtliche Polizei über Würmer in dort gekauften Heringen informierte (Fisch Magazin 12/1983).

Trotz der langen Tradition dieser Problematik herrschten, insbesondere in deutschen Gewässern, große Wissenslücken über Verbreitung, Lebenszyklus und physiologische Widerstandsfähigkeit dieser Fadenwürmer. Vor allem die Resistenz gegenüber verschiedenen Verarbeitungsverfahren war für die fischverarbeitende Industrie von besonderer Bedeutung, da abgesehen von dem ästhetischen Faktor ein Verzehr lebender Nematoden zu akuten gesundheitlichen Schäden führen kann (WILLIAMS & JONES 1976; SMITH & WOOTTEN 1978 a, 1984 a-c; MÖLLER & SCHRÖDER 1987; ISHII et al. 1989). Über alle wesentlichen Aspekte der als Anisakiasis oder Anisakidose bezeichneten Krankheit gibt die unlängst von ISHIKURA & NAMIKI (1989) herausgegebene Zusammenfassung Auskunft. Lebend in den Magen oder Darm eines Menschen gelangte L3-Larven von *Anisakis*, *Pseudoterranova* und möglicherweise auch von *Contracaecum* entwickeln sich allenfalls zur L4-Larve weiter, erreichen jedoch nicht die Geschlechtsreife. KLIKS (1983, 1986) berichtet allerdings von einem adulten *Pseudoterranova*-Männchen aus dem Verdauungstrakt einer in Los Angeles lebenden Japanerin. Hierbei scheint es sich jedoch um eine sehr seltene Ausnahme zu handeln.

Allein in Japan erkrankten jährlich mehrere hundert Menschen (KOYAMA et al. 1982). Hinzu kommt noch eine nicht bekannte Dunkelziffer. Bis 1988 waren mehr als 11000 Fälle von Anisakiasis erfaßt (ASAISHI et al. 1989). Ursache hierfür liegt in dem dort weit verbreiteten Verzehr roher Fischprodukte wie "sushi" oder "sashimi".

In Europa liegt die Zahl der erfaßten Erkrankungen aufgrund anderer Eßgewohnheiten wesentlich geringer. In den Niederlanden erkrankten in den Jahren 1955-68 mindestens 160 Personen an Anisakiasis (POLAK & KAMPELMACHER 1966; BIJKERK 1969; RUITENBERG 1970). Die Ursache wurde zuerst von THIEL (1962) im Verzehr ungenügend gesalzener Heringe und der damit verbundenen Aufnahme lebender Nematodenlarven erkannt. Daraufhin wurden in den Niederlanden die Bestimmungen für die fischverarbeitende Industrie so verändert, daß ein Abtöten der darin enthaltenen Würmer sichergestellt war. In Deutschland wurden ähnliche Bestimmungen mit der Fischverordnung 1988 erlassen (MARR 1988). In den 20 Jahren zuvor erkrankten in der Bundesrepublik mindestens 60 Personen an Anisakiasis (MÖLLER 1989 b).

Da ausreichendes Braten, Kochen und Pasteurisieren die im Fischfleisch befindlichen Nematodenlarven mit Sicherheit abtötet, war der Problembereich auf Marinaden-, Salz- und Räucherfisch einzugrenzen. Als Quelle für *Anisakis*-Infektionen mußte somit vor allem der Hering, bezüglich der Räucherfische vielleicht zusätzlich auch Aal und Lachs gelten. Tatsächlich fand SCHRÖDER (1987) bei ihrer Untersuchung von Marktproben in Bücklingen und Rollmöpsen selten, in Matjesheringen dagegen vereinzelt lebende *Anisakis*-Larven.

Als sichere Methode zur Abtötung von Nematoden gilt auch ein entsprechend langes Gefrieren bei -20°C. Allerdings tauchten immer wieder vereinzelt Meldungen auf, daß Nematoden entweder extrem tiefe Temperaturen (-40°C) oder extrem lange Zeiträume (mehrere Monate) überlebten (DEARDORFF 1988; DAILEY 1975 a; MÖLLER & SCHRÖDER 1987). Neuere Untersuchungen zur Gefrierresistenz anisakider Nematoden wurden daher von KARL (1988 a-c, 1989), KARL & LEINEMANN (1989) und in dieser Arbeit angestellt.

Nach Anlaufen des Projektes im April 1988 trat jedoch durch das fast gleichzeitig einsetzende Robbensterben im Wattenmeer 1988 ein anderer Aspekt der Nematodenproblematik in den Vordergrund. Die zunächst als Schwerpunkt in dieser Arbeit geplanten Untersuchungen zur Gefrierresistenz der Nematoden wurden aufgrund der Aktualität des Seehundsterbens und der damit verbundenen "einmaligen" Fülle an Untersuchungsmaterial zugunsten der Ausweitung der Parasitenuntersuchungen mariner Säuger eingeschränkt. Zusätzlich wurden Schweinswale mit in das Untersuchungsprogramm aufgenommen, eine in deutschen Gewässern heimische Walart. Zum ersten Mal wurden auch Nahrungsanalysen an dieser Kleinwalart im Wattenmeer und der westlichen Ostsee vorgenommen, um Aussagen über den Infektionsweg über die Fischnahrung treffen zu können.

Ein weiterer Schwerpunkt wurde auf die Erfassung möglicher Fischzwischenwirte für Nematoden im Wattenmeer gelegt. Hierbei interessierte vor allem das Spektrum der Fischarten als Träger von *Pseudoterranova decipiens* und *Anisakis simplex*. Besonderes Augenmerk wurde zudem auf das Auffinden der im Wattenmeer bisher unbekannten Fischzwischenwirte einer dritten in Seesäufern geschlechtsreif werdenden Nematodenart, *Contracaecum osculatum*, verwandt.

Um die Untersuchungen zum Entwicklungszyklus anisakider Nematoden abzurunden, wurden Kleinkrebse auf ihre Rolle als erste Zwischenwirte untersucht. Auch hier lagen für das Wattenmeer noch keine Untersuchungen vor.

Aufgrund der thematisch abgegrenzten Einzelaspekte der vorliegenden Untersuchung ist die Arbeit in verschiedene, in sich mehr oder weniger geschlossene Themenbereiche gegliedert, die durch den speziellen Entwicklungsgang der Nematoden ihre Verbindung finden. Auf entsprechende Voruntersuchungen anderer Autoren wird in den jeweiligen Kapiteln eingegangen.

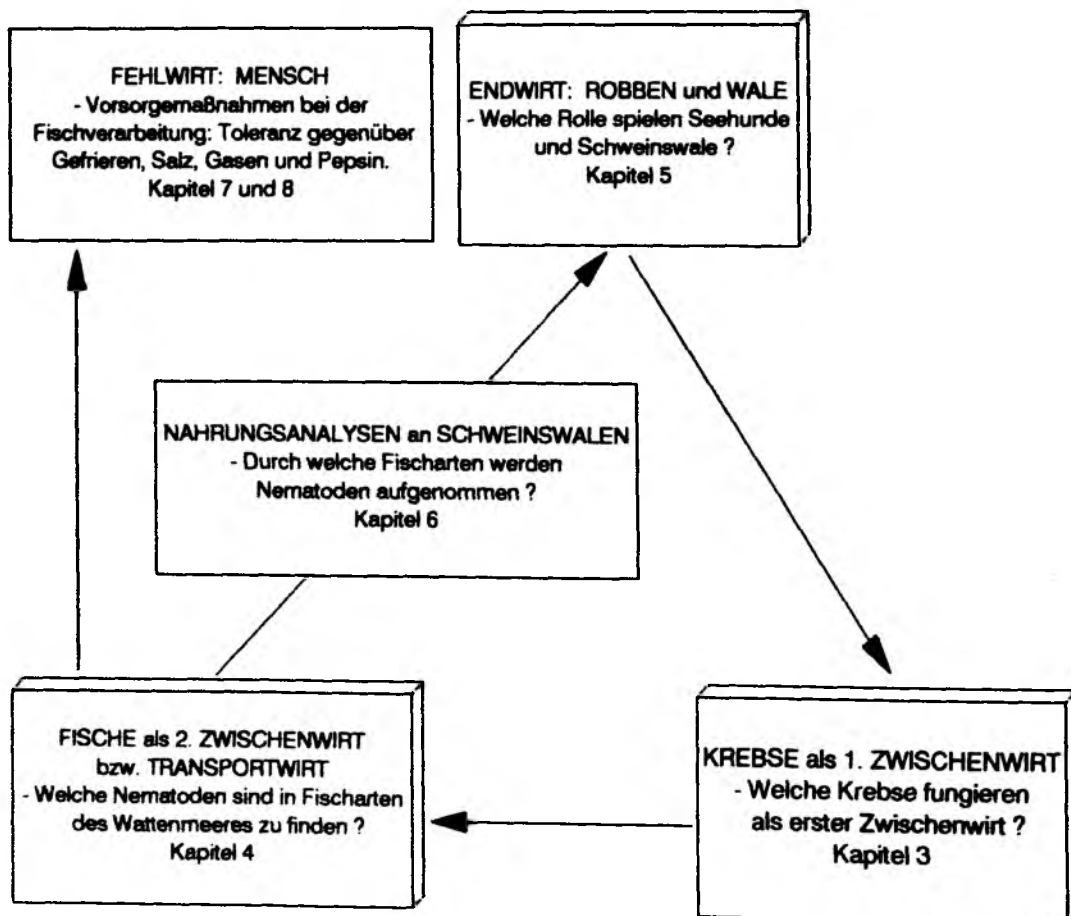


Abb. 1: Entwicklungszyklus anisakider Nematoden und dazu bearbeitete Themengebiete.

2 Beschreibung der wichtigsten Nematodenarten

Das folgende Kapitel gibt einen Überblick über die Biologie und Morphologie derjenigen Nematodenarten, die in marinen Säugern geschlechtsreif werden. Von den in dieser Arbeit identifizierten 15 Nematodenarten sind dies nur drei: *Anisakis simplex*, *Contracaecum osculatum* und *Pseudoterranova decipiens*. Zusätzlich wird auf *Hysterothylacium aduncum* eingegangen, eine in Fischen geschlechtsreif werdende Nematodenart, da diese zum einen sehr häufig ist, zum anderen als L3-Larve leicht mit *C. osculatum* verwechselt werden kann. Der Entwicklungszyklus von in Seesäufern sich fortpflanzenden Nematoden läuft im wesentlichen identisch ab (Abb. 2).

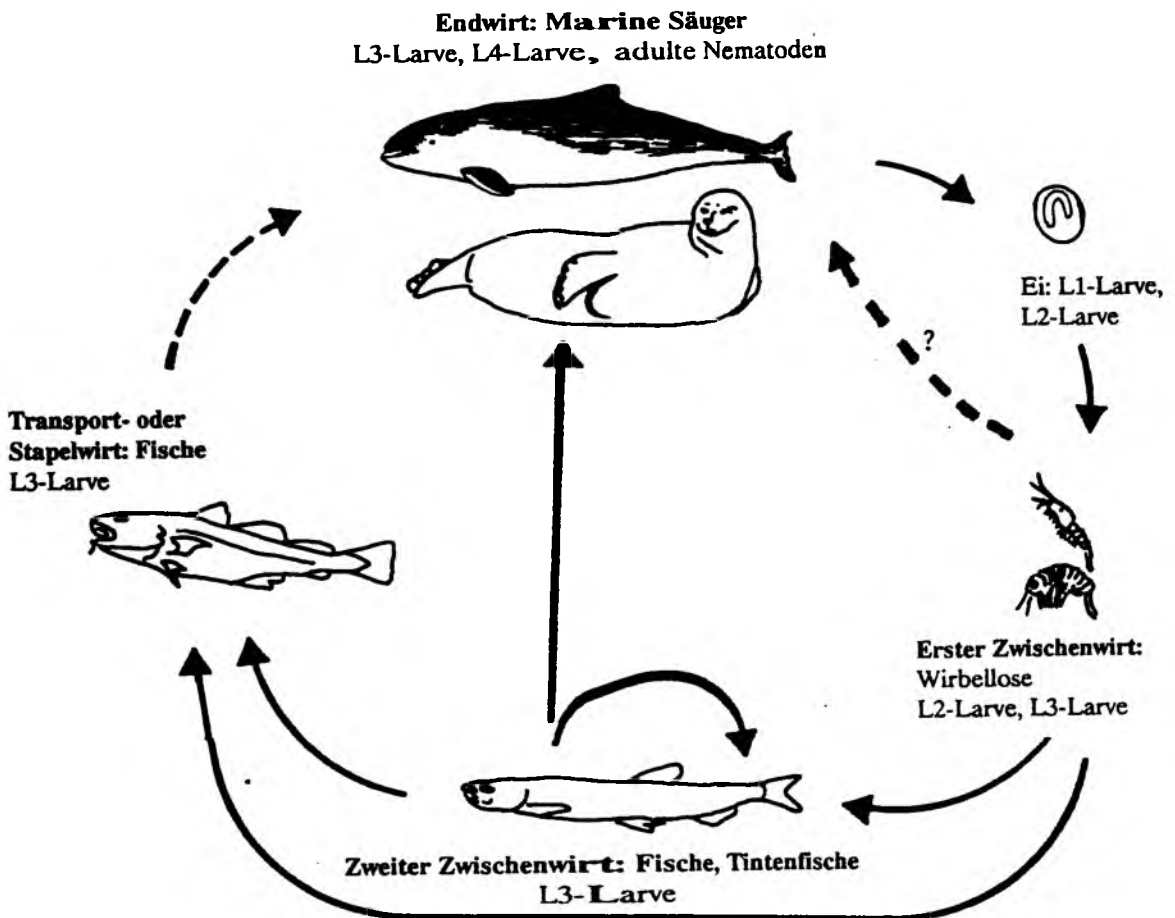


Abb. 2: Lebenszyklus von Nematoden mit Seesäufern als Endwirt (verändert nach KLATT 1985).

2.1 *Anisakis simplex* (Krabbe 1878) Rudolphi 1809 (Ascaridida, Anisakidae)

DAVEY führte 1971 eine Revision der Gattung *Anisakis* durch. Danach werden heute drei Arten unterschieden: *A. simplex*, *A. physeteris* und *A. typica*. Vier weitere beschriebene Arten sind von unsicherer systematischer Stellung und werden von DAVEY als *species inquirendae* aufgeführt: *A. dussumieri* (van Beneden 1870), *A. insignis* (Diesing 1851), *A. shupakovi* Mozgovoi 1951, und *A. alexandri* Hsü & Hoeppli 1933. Auch SMITH & WOOTTEN (1978 a) folgen in ihrem 'Review' über die Gattung *Anisakis* dieser Einteilung, weisen jedoch auf Probleme bei der taxonomischen Trennung von *A. typica* und *A. simplex* hin. PETTER (1972) stuft in ihrer Neubeschreibung *A. insignis* aus Amazonas-Flußdelphinen (*Inia geoffrensis*) als echte Art ein. Aufgrund elektrophoretischer Untersuchungen lassen sich die morphologisch nicht mehr unterscheidbaren *A. simplex*-Larven in weitere genetisch getrennte Gruppen untergliedern (BEVERLEY-BURTON 1978 a,b; NASCETTI et al. 1983, 1986; ORECCHIA et al. 1983, 1986). Die als synonym für die Art *Anisakis simplex* geltenden Namen sind in Tab. 1 dargestellt.

Tab. 1: Synonyme zu *Anisakis simplex* (Krabbe 1878) Rudolphi 1809.

<i>Anisakis alata</i>	HSÜ 1933
<i>A. catodontis</i>	BAYLIS 1929
<i>A. ivanizkii</i>	MOZGOVOI 1949
<i>A. kogiae</i>	JOHNSTON & MAWSON 1939
<i>A. kükenenthalii</i>	COBB 1888
<i>A. marina</i> *	BANNING 1971
<i>A. pacificus</i>	SKRIJABIN 1959
<i>A. patagonica</i>	LINSTOW 1880
<i>A. pegreffii</i>	CAMPANA-ROUGET & BIOCCA 1955
<i>A. rosmari</i>	BAYLIS 1916
<i>A. similis</i>	BAIRD 1853
<i>A. tridentata</i>	KREIS 1939
<i>Anachanthocheilus</i> *	HARTWICH 1974
<i>Capsularia</i>	ZEDER 1800
<i>Conocephalus</i>	DIESING 1851, 1860
<i>Eustoma</i>	HARTWICH 1974
<i>Filocapsularia</i> *	DESLONGCHAMPS 1824
<i>Peritrachelius</i>	DIESING 1861
<i>Stomachus</i>	GOEZE (in ZEDER 1800)

* Sammelbegriff, unter dem sich auch *Anisakis* verbirgt

Verbreitung: *Anisakis* kommt weltweit vor (CARVAJAL et al. 1979; HURST 1984 a; LESTER et al. 1985; PAYNE 1986; NAGASAWA 1989). *A. simplex* bevorzugt vor allem kältere und polare Gewässer (DAVEY 1971). In Fischen des Nordatlantiks handelt es sich daher in den meisten Fällen um diese Art (MÖLLER 1988). In wärmeren und tropischen Gewässern zwischen 40°N und 36°S findet man hingegen vor allem *A. typica* (DAVEY 1971), wenngleich die systematische Abgrenzung dieser beiden Arten problematisch ist (SMITH & WOOTTEN 1978 a). *A. physeteris* ist, wie auch sein Hauptwirt, der

Pottwal (*Physeter macrocephalus*), ein Kosmopolit.

Gesundheitsgefährdung und wirtschaftliche Bedeutung: Lebend verzehrte *Anisakis*-Larven rufen beim Menschen ein Krankheitsbild hervor, das als Anisakiasis oder Anisakidose bezeichnet wird. Die meisten bisher bekannten Erkrankungen sind auf die Gattung *Anisakis* zurückzuführen (MÖLLER 1988, 1989 a, b; BIER et al. 1976; SMITH & WOOTTEN 1978 a). Dies erklärt sich zum einen dadurch, daß vor allem pelagische Fischarten mit dieser Nematodenart infiziert sind, zum anderen weisen *Anisakis*-Larven eine hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber tiefen und hohen Temperaturen sowie gegenüber extremen osmotischen Bedingungen auf (Salz, Zucker, Essig) (MARTIN 1921; GUSTAFSON 1953; BIER et al. 1987; MÖLLER & SCHRÖDER 1987, DEARDORFF 1988). Angaben über entsprechende Salzkonzentrationen und Mindestlagerungszeiten finden sich in der Fischverordnung vom 8.8.1988 (MARR 1988).

Beim natürlichen Endwirt (meist Wale) bohren sich vor allem *Anisakis*-Larven und juvenile Würmer oft zu hunderten an der gleichen Stelle der Magenwand ein und führen zu entzündlichen Geschwüren, die bis 6 cm Durchmesser erreichen (YOUNG & LOWE 1969; VIK 1964; COWAN 1967; KIKUCHI et al. 1967; TESTI et al. 1971; u.a.). Bei Delphinen in Gefangenschaft heilen diese Geschwüre nach Entwurmung mit Thiabendazol, Piperazin oder Levamisol innerhalb von 6 Monaten (GRINER 1974; SWEENEY & RIDGWAY 1975).

Morphologie: *Anisakis* ist vor allem durch das Fehlen von Blindsäcken und das Vorhandensein eines relativ langen Ventrikels charakterisiert (Abb. 4 e). L3-Larven besitzen einen typischen Bohrzahn, eine dreieckige Mundöffnung und einen Exkretionsporus, der unterhalb des Bohrzahnes nach außen mündet (Abb. 4 a). Das Schwanzende ist gekennzeichnet durch einen spitzen Fortsatz (Mucron, Abb. 4 i). Die Länge der L3-Larven schwankt zwischen 5,1 mm und 38,4 mm (SMITH 1974, SMITH & WOOTTEN 1978 a; SHIRAKI 1974). L4-Larven sind gekennzeichnet durch ein stumpfes Hinterende und drei bezahnte Lippen am Vorderende (Abb. 5 a, e). Juvenile und adulte Männchen unterscheiden sich von anderen Nematodenarten durch ihre ungleich langen Spiculae (Abb. 6 e). Das Verhältnis von linkem zu rechtem Spiculum stellt das entscheidende Differenzierungsmerkmal innerhalb der drei bekannten *Anisakis*-Arten dar. Adulte Weibchen besitzen im Gegensatz zu *Pseudoterranova* keinen ausgeprägten Vulvahügel (Abb. 7 a).

Lebenszyklus: Die Nematodeneier werden durch den Kot mariner Säuger in das Meer abgegeben. Sie sind nur wenig schwerer als das Wasser und sinken nur langsam zu Boden (SLUITERS 1974). Die Entwicklung der L2-Larve vollzieht sich in Abhängigkeit von der Wassertemperatur (18°-5°C) in 4-27 Tagen (NAGASAWA 1989). In Meerwasser überleben die Larven je nach Temperatur 3-7 Wochen (BANNING 1971).

1. **Zwischenwirt:** Als erste Zwischenwirte fungieren vor allem Leuchtgarnelen (Euphausiaceae), aber auch Schwimmgarnelen (Mysidaceae), decapode Krebse und Flohkrebse (Amphipoda). Eine Übersicht der bisher nachgewiesenen Zwischenwirte gibt Tab. 11 (Kap. 3). Im Haemocoel der Krebse entwickelt sich die L2- zur L3-Larve (OSHIMA 1972; SHIMAZU 1974; SMITH 1983). Ein direkter Infektionsweg

über Evertibraten auf den Endwirt scheint theoretisch möglich (SMITH 1983; NAGASAWA 1989). Fische sind daher kein Zwischenwirt im eigentlichen Sinne, da sie nicht obligatorisch für eine Weiterentwicklung der Nematoden notwendig sind. Sie sind vielmehr als paratenischer Zwischenwirt oder Transportwirt für eine Verbreitung der Nematoden von Bedeutung (MÖLLER 1988, NAGASAWA 1989).

2. Zwischenwirt: Als Transport- oder paratenische Zwischenwirte treten zahlreiche Fisch- und Tintenfischarten auf (KAGEI 1970, 1974; OSHIMA 1972; MARGOLIS & ARTHUR 1979; BEUMER et al. 1983). Allein in Japan sind bisher 164 Wirtsfischarten bekannt (KAGEI 1974). In der Nord- und Ostsee sowie im Nordatlantik wird *Anisakis* vor allem aus Hering (*Clupea harengus*) (BANNING & BECKER 1978; McGLADDERY 1986), Köhler (*Pollachius virens*) (KARL 1988 b), Stöcker (*Trachurus trachurus*) (GAYEVSKAYA & KOVALYOVA 1980), Makrele (*Scomber scombrus*) (ELTINK 1988), Lachs (*Salmo salar*), Kabeljau (*Gadus morhua*), Blauem Wittling (*Micromesistius poutassou*), Rotbarsch (*Sebastes spec.*) (BOURGEOIS & NI 1984) und dem Seehecht (*Merluccius merluccius*) beschrieben. BERLAND (1961 b) führt 27 Fisch- und eine Cephalopodenart aus norwegischen Gewässern auf. In der Elbmündung werden Kabeljau, Seeskorpion (*Myoxocephalus scorpius*), Flunder (*Platichthys flesus*) (MÖLLER et al. 1988) sowie Stint (*Osmerus eperlanus*) (JARLING 1980, 1982; MÖLLER & KLATT 1990) als Zwischenwirt genannt. Die Larven befallen die Organe der Leibeshöhle und sind vor allem bei älteren Fischen häufig auch in den Bauchlappen und der Muskulatur zu finden.

Endwirt: *Anisakis* pflanzt sich in erster Linie im Magen von Walen und Delphinen fort. Die Gattung wird jedoch auch in zahlreichen Robbenarten gefunden. *A. simplex* bzw. *Anisakis spec.* ist bisher aus mindestens 37 Walarten und 16 Robbenarten bekannt (Tab. 2). Die Rolle der einzelnen Arten als Endwirt ist nicht ganz klar. Robben scheinen eine eher unbedeutende Rolle als Überträger zu spielen. In den Mägen von Kegelrobben (*Halichoerus grypus*) an der Schottischen Küste wurden nur selten adulte *Anisakis* nachgewiesen (SMITH & WOOTEN 1978 a). Seehunde (*Phoca vitulina*) an der britischen Küste wiesen nur larvale *Anisakis* auf (YOUNG 1972). Auch MACHIDA (1969 a,b; 1971) fand in Nördlichen Pelzrobben (*Callorhinus ursinus*) nur wenige adulte *Anisakis*. Im Gegensatz dazu sind Wale als die eigentlichen Hauptendwirte zu betrachten. Jedoch ist nicht jede Walart in gleichem Maße befallen. Da Bartenwale sich meist von Krill ernähren, sind sie oft gar nicht oder nur in geringem Maße infiziert (KAGEI & KUREHA 1970). Andererseits weisen Bartenwale, wie der Zwergwal (*Balaenoptera acutorostrata*), die auch Fische fressen, in den Gewässern um Island eine Befallsrate von 92% auf (PALSSON & SIGURJONSSON 1990). Da Zahnwale sich häufig von Fisch ernähren ist bei ihnen ein höherer Befall zu erwarten. In den Gewässern Japans sind vor allem Blauweiße Delphine (*Stenella coeruleoalba*) häufig infiziert (KAGEI et al. 1967 a,b). An der spanischen Mittelmeerküste fanden RAGA & CARBONELL (1985) in 10 *S. coeruleoalba* hingegen nur eine *Anisakis*-Larve. In einem Schwertwal (*Orcinus orca*) aus dem Puget Sound (Seattle, USA) wurden etwa 5000 Nematoden im Magen gefunden (GUBERLET 1948, cit. in PILLERI 1983 b). Sehr hohe Nematodenzahlen werden auch aus dem Magen von Pottwalen (*Physeter macrocephalus*) berichtet. Bis zu 50 kg Ascariden sind nicht ungewöhnlich, wobei Geschwüre offensichtlich fehlen (COCKRILL 1960).

Tab. 2: Marine Säuger, in denen *Anisakis simplex* und *Anisakis spec.** nachgewiesen wurden (Larven und/oder Adulte).

ENDWIRT		QUELLE
Australischer Seebär	<i>Arctocephalus australis</i>	18
Tasmanischer Seebär	<i>Arctocephalus tasmanicus</i>	15
Nördliche Pelzrobbe	<i>Callorhinus ursinus</i>	43
Bartrobbe	<i>Erignathus barbatus</i>	1*
Stellerscher Seelöwe	<i>Eumetopias jubatus</i>	15
Kegelrobbe	<i>Halichoerus grypus</i>	2, 3, 10*, 14*
Seeleopard	<i>Hydrurga leptonyx</i>	15
Nördlicher See-Elefant	<i>Mirounga angustirostris</i>	19
Südlicher See-Elefant	<i>Mirounga leonina</i>	15, 18
Mönchsrobbe	<i>Monachus monachus</i>	6, 9
Walroß	<i>Odobenus rosmarus</i>	6, 10, 11*
Mähnenrobbe	<i>Otaria byronia</i>	15, 16
Kaspischer Seehund	<i>Phoca caspica</i>	A
Sattelrobbe	<i>Phoca groenlandica</i>	8
Ringelrobbe	<i>Phoca hispida</i>	6, 7, 12*, 13*
Seehund	<i>Phoca vitulina</i>	4, 5, 14*
Kalifornischer Seelöwe	<i>Zalophus californianus</i>	17
Zwergwal	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	25
Seiwal	<i>Balaenoptera borealis</i>	34
Brydewal	<i>Balaenoptera edeni</i>	36
Blauwal	<i>Balaenoptera musculus</i>	33
Finnwal	<i>Balaenoptera physalus</i>	35
Baird-Wal	<i>Berardius bairdi</i>	24
Commerson-Delphin	<i>Cephalorhynchus commersonii</i>	39
Weißwal	<i>Delphinapterus leucas</i>	25
Gewöhnlicher Delphin	<i>Delphinus delphis</i>	29
Zwerggrindwal	<i>Feresa attenuata</i>	42
Indischer Grindwal	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	21
Gewöhnlicher Grindwal	<i>Globicephala melaena</i>	27
Rundkopfdelphin	<i>Grampus griseus</i>	38*, 41 (C)
Nördlicher Entenwal	<i>Hyperoodon ampullatus</i>	25
Amazonas-Flußdelphin	<i>Inia geoffrensis</i>	B
Zwergpottwal	<i>Kogia breviceps</i>	20
Kleiner Pottwal	<i>Kogia simus</i>	39
Fraser's Delphin	<i>Lagenodelphis hosei</i>	40
Weißseitendelphin	<i>Lagenorhynchus acutus</i>	44
Weißschnauzendelphin	<i>Lagenorhynchus albirostris</i>	27, 25
Weißstreifendelphin	<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>	38*
Schwarzdelphin	<i>Lagenorhynchus obscurus</i>	22
Bucketwal	<i>Megaptera novaeangliae</i>	24
Sowbery-Zweizahnwal	<i>Mesoplodon bidens</i>	27, 37
Blainville-Schnabelwal	<i>Mesoplodon densirostris</i>	41
True-Schnabelwal	<i>Mesoplodon mirus</i>	39
Narwal	<i>Monodon monoceros</i>	28
Schwertwal	<i>Orcinus orca</i>	24
Schweinswal	<i>Phocoena phocoena</i>	32
Dall-Hafenschweinswal	<i>Phocoenoides dalli</i>	24, 39
Pottwal	<i>Physeter macrocephalus</i>	26
Breitschnabeldelphin	<i>Poponoecephala electra</i>	45
Kleiner Schwertwal	<i>Pseudorca crassidens</i>	31
Chinesischer Weißdelphin	<i>Sousa chinensis</i>	C
Fleckendelphin	<i>Stenella attenuata</i>	23
Blauweißer Delphin	<i>Stenella coerulescalba</i>	21
Ostpazifischer Delphin	<i>Stenella longirostris</i>	30
Fleckendelphin	<i>Stenella plagiodon</i>	41 (C)
Rauhzahndelphin	<i>Steno bradanensis</i>	21*, 38*
Flaschnasendelphin	<i>Tursiops truncatus</i>	30

Tab. 2: FORTSETZUNG: Quellennachweise

1 = DELYAMURE et al. 1976 a	16 = LINSTOW 1880	31 = BAYLIS 1939
2 = PRIME 1973	17 = HERMAN 1942 (Zoo)	32 = DIESING 1851
3 = STOBO & BECK 1985	18 = BAYLIS 1920	33 = JAGERSKIÖLD 1891
4 = DELYAMURE 1961	19 = CABALLERO et al. 1938	34 = MUELLER 1927
5 = DAILEY 1975b	20 = JOHNSTON & MAWSON 1939	35 = WÜLKER 1930
6 = DAVEY 1971	21 = KAGEI et al. 1967 a,b	36 = DAVEY 1971
7 = PALSSON 1977	22 = JOHNSTON & MAWSON 1942	37 = LEIDY 1891
8 = TRESHCHEV 1962	23 = DAILEY & BROWNELL 1972	38 = KIKUCHI et al. 1967
9 = CAMPANA-ROUGET & BIOCCA 1955	24 = MARGOLIS & PIKE 1955	39 = GIBSON & HARRIS 1979
10 = SMITH & WOOTTEN 1978 a	25 = KRABBE 1878	40 = BREE et al. 1966
11 = KAGEI 1969	26 = BAYLIS 1929	41 = ZAM et al. 1971
12 = YURAKHNO & POPOV 1976	27 = BAYLIS 1932	42 = WHITE 1976
13 = POPOV et al. 1980	28 = DIESING 1860	43 = MACHIDA 1969 a,b, 1971
14 = BJÖRGE 1984	29 = GERVAIS 1870	44 = BEVERLEY-BURTON 1978 a
15 = KING 1964	30 = DELYAMURE 1955	45 = CANNON 1977
A = <i>Anisakis schupakovi</i> (species inquirendae, nach DAVEY 1971), MOZGOVOI 1951		
B = <i>Anisakis insignis</i> (species inquirendae, nach DAVEY 1971), DELYAMURE 1955		
C = <i>Anisakis alexandri</i> (species inquirendae, nach DAVEY 1971), HSD & HOEPLI 1933		

2.2 *Contracaecum osculatum* (Rudolphi 1802) Baylis 1920 (Ascaridida, Anisakidae)

Die Gattung *Contracaecum* (Railliet und Henry 1912) umfaßt drei Arten, die in marinen Säugern geschlechtsreif werden: *C. osculatum* (Rudolphi 1802), *C. radiatum* (Linstow 1907 a) und *C. turgidum* (Chapin 1925). Darüber hinaus gehören der Gattung *Contracaecum* Arten an, die in Vögeln geschlechtsreif werden (HARTWICH 1957; 1964; 1974). Eine Übersicht über die in der Literatur existierenden Synonyme für *C. osculatum* gibt Tab. 3.

Tab. 3: Synonyme zu *Contracaecum osculatum* (Rudolphi 1802) Baylis 1920.

<i>C. antarcticum</i>	JOHNSTON 1937
<i>C. hydrurgae</i>	(JOHNSTON & MAWSON 1941) MOZGOVOI 1953
<i>C. ogmorhini</i>	JOHNSTON & MAWSON 1941
<i>C. gypsophoca</i>	JOHNSTON & MAWSON 1941
<i>Katleena osculata</i>	(RUDOLPHI 1802) LEIPER & ATKINSON 1914
<i>K. rectangula</i>	LEIPER & ATKINSON 1914
<i>Phocascaris hydrurgae</i>	JOHNSTON & MAWSON 1941
<i>Ascaris osculatum</i>	RUDOLPHI 1802
<i>Ascaris rectangusa</i>	LINSTOW 1907 a
<i>Ascaris stenocephala</i>	RAILLIET & HENRY 1907
<i>Fusaria osculata</i>	ZEDER 1803 (cit. in CLAUSSEN 1990)

Verbreitung: *Contracaecum osculatum* ist weltweit nachgewiesen (DELYAMURE 1955; YAMAGUTI 1961 a,b; HARTWICH 1975; LAUCKNER 1985). Selbst in der Antarktis ist diese Nematodenart anzutreffen (BARTSCH 1985; KLÖSER 1985). Nachweise aus der Nord- und Ostsee stammen von HAVINGA (1933), YOUNG (1972), FAGERHOLM (1982 a,b), WEBER (1988), LICK (1989, 1990 a,b) und CLAUSSEN (1990).

Gesundheitsgefährdung und wirtschaftliche Bedeutung: Die Gefährdung für die menschliche Gesundheit beim Verzehr ungenügend gekochter oder vorher unzureichend konservierter Fischprodukte und damit lebender Drittlarven von *C. osculatum* ist im Vergleich zu *Anisakis* und *Pseudoterranova* sehr gering (BIER et al. 1987; MÖLLER 1988). Dies hängt unter anderem damit zusammen, daß die Larven von *Contracaecum* im Gegensatz zu den beiden anderen genannten Arten ausschließlich in den Mesenterien der Leibeshöhle und der Leber von Fischen auftreten (DEARDORFF 1986; FAGERHOLM 1988 a,b; LICK 1990 a). Der einzige und häufig zitierte Bericht über den Fund dieser Nematodenart in einem Menschen stammt von SCHAUM & MÜLLER 1967. Sie fanden zwei etwa bohnen große Knoten im unteren Teil des Dünndarmes eines 26-jährigen Mannes, der sich während eines Aufenthaltes an der Ostsee mit selbst zubereitetem Fisch versorgte. Aus den Knoten ließen sich Nematodenlarven isolieren, die - allerdings nicht mit Sicherheit - der Art *Contracaecum osculatum* zugeordnet wurden. Experimentell ist eine Infektiosität jedoch zumindest für Säugetiere nachgewiesen (Kaninchen: KOYAMA et al. 1969; Hund: OTSURU 1969).

Über die Pathogenität beim Endwirt liegen nur wenige Informationen vor. Nach WALLACH (1972) verursachen alle anisakiden Nematoden bei Robben das klinische Bild einer Gastritis, Enteritis, von Durchfall, Dehydration und Anämie.

Morphologie: Unklarheiten bezüglich der Namenswahl und Identifizierung von *Contracaecum* und *Hysterothylacium* existieren zumindest in der älteren Literatur. Dies hängt nicht zuletzt mit der Verwendung von *Contracaecum aduncum* als Synonym für *Hysterothylacium aduncum* zusammen. Viele Autoren sprechen von *Contracaecum spec.*, meinen jedoch *Hysterothylacium* (GUSTAFSON 1953; POLYANSKI & KULEMINA 1963; TOLGAY 1965; KHALIL 1969). Beide Arten besitzen einen nach vorne gerichteten Darmblindsack und einen nach hinten weisenden Ventrikularblindsack und werden daher häufig verwechselt. Unterschiede bei den in Fischen vorkommenden Drittlarven bestehen in der Lage des Exkretionsporus und der Morphologie des Hinterendes. Bei *Hysterothylacium* mündet der Exkretionsporus in Höhe des Nervenringes in einiger Entfernung des Kopfendes, bei *Contracaecum* hingegen am Kopfende gegenüber dem Bohrzahn. Die Lage des Exkretionsporus ist unter dem Mikroskop oft nur schwer zu erkennen und eignet sich daher nur bedingt als Unterscheidungsmerkmal. Eine sichere Differenzierung ermöglichen die Schwanzenden der beiden Nematodenarten. *Hysterothylacium* besitzt als Viertlarve ein sogenanntes "Kaktusende", das in der Regel unter der Kutikula der Drittlarve zu erkennen ist (Abb. 4 m; 5 h). Die Drittlarve weist zudem einen spitzen Fortsatz (Mucron) auf. Beide Merkmale fehlen bei *Contracaecum osculatum*. Das Hinterende läuft bei dieser Art konisch aus. Die Viertlarven von *C. osculatum* zeichnen sich durch den Besitz dreier Lippen mit seitlichen Fortsätzen (Aurikeln) aus (Abb. 5 c). Zwischenlippen (Interlabien), wie sie für adulte Individuen typisch sind (Abb. 6 c), fehlen bei den Viertlarven noch. Charakteristisch sind die sehr langen Spiculae (5-10 mm) der Männchen (Abb. 6 g).

Lebenszyklus: Im Kot der Endwirte befinden sich die Nematodeneier im sogenannten Morulastadium ("Maulbeer"stadium) (DAVEY 1969). Die Entwicklungszeit ist abhängig von der Temperatur. Nach DAVEY ist nach etwa 5 Tagen die Larve im Ei zu erkennen. Nach 13-25 Tagen verlassen die Larven das Ei (DAVEY 1969; McCLELLAND & RONALD 1974 b). Die Larven haben sich zu diesem Zeitpunkt bereits gehäutet, liegen aber noch in der Kutikula des ersten Larvenstadiums. Erst eine Behandlung mit 0,05%iger Natriumhyperchlorit-Lösung in Seewasser befreit sie von der Hülle der L1-Larve. In der Natur wird diese Funktion wahrscheinlich von den Verdauungsekreten der Zwischenwirte übernommen. In diesem Stadium beträgt die Überlebensfähigkeit nur wenige Tage.

1. Zwischenwirt: DAVEY (1969) gelang die Infektion zweier harpacticoider Copepoden (*Idya furcata* und *Amphiascus similis*) mit *Contracaecum*-Larven. Die Infektionsrate lag bei 20-75%. Er konnte jedoch bis auf zwei Ausnahmen keine Weiterentwicklung der Larven feststellen. Im Baikalsee beschreiben SUDARIKOV & RYZHIKOV (1951) den Kleinkrebs *Macrohectopus branickii* (Amphipoda) als 1. Zwischenwirt (Tab. 12, Kap. 3).

Tab. 4: Liste der bisher nachgewiesenen Fischzwischenwirte von *Contracaecum osculatum* in verschiedenen Regionen.

FISCHART		GEBIET	QUELLE
Kabeljau	<i>Gadus morhua</i>	Elbeästuar	LICK 1990 a
Sprotte	<i>Sprattus sprattus</i>	Deutsches	
Hering?	<i>Clupea harengus</i>	Wattenmeer	
Witting?	<i>Merlangius merlangus</i>		
Aalquappe	<i>Lota lota</i>	Nördl. Ostsee	FAGERHOLM 1978
Hering	<i>Clupea harengus</i>	Finnland	" "
Lachs	<i>Salmo salar</i>		" "
Kabeljau	<i>Gadus morhua</i>		" "
Vierhörniger Seeskorpion	<i>Myoxocephalus quadricornis</i>		" "
Aesche	<i>Thymallus thymallus</i>		FAGERHOLM 1982
Regenbogenforelle	<i>Salmo gairdnerii</i>		" "
Seeskorpion	<i>Myoxocephalus scorpius</i>		VALTONEN et al. 1988
Stint	<i>Osmerus eperlanus</i>		" "
Kabeljau	<i>Gadus morhua</i>	Zentr. Nordsee	WOOTTON 1978
Kabeljau	<i>Gadus morhua</i>	Moray Firth	WOOTTON 1978
Schellfisch	<i>Melanogrammus aeglefinus</i>	Schottische	
Witting	<i>Merlangius merlangus</i>	Gewässer	
Zwergdorsch	<i>Trisopterus minutus</i>		
-	<i>Cottocomephorus grewingki</i>	Baikalsee*	SUDARIKOV & RYZHIKOV 1951
Kabeljau	<i>Gadus morhua</i>	Norwegische	BERLAND 1961 a, 1969
Seehase	<i>Cyclopterus lumpus</i>	Gewässer	
Doggerscharbe	<i>Hippoglossoides platessoides</i>	Ost-Kanada	McCLELLAND et al. 1985
Kabeljau	<i>Gadus morhua</i>		" "
Kabeljau	<i>Gadus morhua</i>		McCLELLAND et al. 1990
Seehardt	<i>Urophycis tenuis</i>		" "
Kabeljau	<i>Eleginus navaga</i>	Weißes Meer	VALTER 1979
Seeskorpion	<i>Gadus morhua</i>		
-	<i>Myoxocephalus scorpius</i>		
-	<i>Pleurogramma antarctica</i>	Antarktis	BARTSCH 1985
-	<i>Trematomus scotti</i>		
-	<i>Gasterosteus keta</i>	Japan	MORAVEC et al. 1985
-	<i>Oncorhynchus aculeatus</i>		FUJITA 1939 (in NAGASAWA
-	<i>Oncorhynchus masou</i>		et al. 1987)
Amerikan. Stint	<i>Osmerus mordax</i>		SHIRAKI 1969 a,b, 1974
Lodde	<i>Mallotus villosus</i>	Island	PALSSON & BEVERLEY-BURTON
			1984

* *Contracaecum osculatum baicalensis*

2. **Zwischenwirt:** Fische infizieren sich durch die Aufnahme von **Kleinkrebsen**. Die damit aufgenommene L3-Larve bohrt sich durch die Magenwand des Fisches **und** setzt sich in der Leber oder den Mesenterien der Leibeshöhle fest. Larven von *Contracaecum* wurden bisher nicht im Filet von Fischen nachgewiesen (FAGERHOLM 1982 a,b; LICK 1990 a). Eine **Übersicht** der in der Literatur beschriebenen Fischzwischenwirte in verschiedenen Regionen gibt **Tab. 4**. Im Bereich des Wattenmeeres war dieses Glied im Entwicklungszyklus bisher unbekannt. **Der** Entwicklungszyklus wird geschlossen, sobald infizierte Fische von einer geeigneten Robbenart gefressen werden.

Endwirt: *C. osculatum* wird in marinen Säugern geschlechtsreif. **Die** durch die Fischnahrung aufgenommenen Drittlarven häuten sich zunächst zur Viertlarve. Die **Viertlarve** häutet sich nochmals zum Subadultstadium (Juvenilstadium) und wächst dann zum **geschlechtsreifen** Tier heran (SUDARIKOV & RYZHIKOV 1951). Bei in-vitro-Versuchen **hingegen konnte** das 3. Larvenstadium

Tab. 5: Marine Säuger, in denen *Contracaecum osculatum* oder *Contracaecum* spec.* nachgewiesen wurden (Larven und/oder Adulte).

ENDWIRT		QUELLE
Südamerikanischer Seebär	<i>Arctocephalus australis</i>	1, 23
Australischer Seebär	<i>Arctocephalus doriferus</i>	1, 2, 23
Südafrikanischer Seebär	<i>Arctocephalus pusillus</i>	23
Kerguelen Seebär	<i>Arctocephalus tropicalis</i>	23
Nördlicher Seebär	<i>Callorhinus ursinus</i>	25
Klappmütze	<i>Cystophora cristata</i>	1, 2, 20, 23
Barrobbe	<i>Erignathus barbatus</i>	1, 2, 7, 8
Stellerscher Seelöwe	<i>Eumetopias jubatus</i>	1, 2, 23
Kegelrobbe	<i>Halichoerus grypus</i>	1, 2, 10, 23, 26
Seeleopard	<i>Hydrurga leptonyx</i>	1, 2
Weddell-Robbe	<i>Leptonychotes weddelli</i>	1, 2, 23
Krabbenfresser	<i>Lobodon carcinophagus</i>	1, 2
Nördlicher See-Elefant	<i>Mirounga angustirostris</i>	9
Südlicher See-Elefant	<i>Mirounga leonina</i>	1, 2, 23
Mönchsrobbe	<i>Monachus monachus</i>	1, 2, 16, 21
Australischer Seelöwe	<i>Neophoca cinerea</i>	23
Walroß	<i>Odobenus rosmarus</i>	1, 2, 16, 22, 23
Ross-Robbe	<i>Ommatophoca rossi</i>	2
Mähnenrobbe	<i>Otaria byronia</i>	1
Kaspischer Seehund	<i>Phoca caspica</i>	15*, 16*
Bandrobbe	<i>Phoca fasciata</i>	3
Sattelrobbe	<i>Phoca groenlandica</i>	1, 5, 19, 20
Ringelrobbe	<i>Phoca hispida</i>	1, 13, 14, 23
Largha-Seehund	<i>Phoca largha</i>	6
Baikalrobbe	<i>Phoca sibirica</i>	4, 17, 18
Seehund	<i>Phoca vitulina</i>	1, 2, 11, 12, 23
Auckland-Seelöwe	<i>Phocarcots (=Neophoca) hookeri</i>	25
Kalifornischer Seelöwe	<i>Zalopus californianus</i>	24
Finnwal	<i>Balaenoptera physalus</i>	28*
La-Plata-Delphin	<i>Pontoporia blainvillei</i>	27*
1 = DELYAMURE 1955	11 = POPOV 1982	21 = SPREHN 1966
2 = YAMAGUTI 1961 b	12 = BJORGE 1984	22 = DAILEY & BROWNELL 1972
3 = SHULTS & FROST 1988	13 = TRESHCHEV et al. 1967	23 = BAYLIS 1920
4 = SUDARIKOV & RYZHIKOV 1951	14 = DELYAMURE et al. 1980	24 = HERMAN 1942 (Zoo)
5 = McCLELLAND & RONALD 1974 b	15 = KUROCHKIN 1975	25 = KEYES 1965
6 = SHULTS 1982	16 = DAILEY 1975 b	26 = PALSSON 1977
7 = DELYAMURE & POPOV 1975	17 = ZHALTSANOVA et al. 1981	27 = DAILEY & BROWNELL 1972
8 = DELYAMURE et al. 1976	18 = DELYAMURE et al. 1982	28 = BAYLIS 1932
9 = CABALLERO et al. 1938	19 = BERLAND 1963	
10 = STOBO & BECK 1985	20 = TRESHCHEV 1982	

nicht nachgewiesen werden. Die L2-Larve häutete sich direkt zur L4-Larve und später zum subadulten Nematoden (McCLELLAND & RONALD 1974 b).

Wichtige Endwirte unter den Robben sind vor allem die Kegelrobbe (SCOTT & FISHER 1958 b; YOUNG 1972; WOOTTEN 1978; VALTONEN et al. 1988; FAGERHOLM 1988 a), die Weddellrobbe (KLÖSER 1985), Sattelrobbe (SCOTT & FISHER 1958 b; McCLELLAND & RONALD 1974 b), die Bartrobbe (DELYAMURE 1955; YAMAGUTI 1961 b) und die Ringelrobbe (LYSTER 1940). Seehunde spielen als Endwirt eine untergeordnete Rolle (HARTWICH 1975; WEBER 1988; LICK 1989; CLAUSSEN 1990). Eine Übersicht der bisher nachgewiesenen Endwirte gibt Tab. 5. Reife Weibchen von *C. osculatum* tragen durchschnittlich 20000 (5000-35000) Eier (SMITH 1988).

2.3 *Hysterothylacium aduncum* Rudolphi 1802 (Ascaridida, Anisakidae)

HARTWICH (1975) beschreibt drei Arten: *H. auctum*, *H. aduncum* und *H. gadi*. *Hysterothylacium* besitzt zwei entgegengesetzt gerichtete Blindsäcke (Abb. 4 h) und wurde daher in die Gattung *Contracaecum* gestellt, was vor allem in der älteren Literatur häufig zu Verwechslungen mit *Contracaecum osculatum* führte. Eine Übersicht der verwendeten Synonyme findet sich bei PUNT (1941) und DOLLFUS (1953). DEARDORFF & OVERSTREET (1980) zählen in ihrem 'Review' der Gattung *Hysterothylacium* mindestens 47 Arten auf. In Tab. 6 sind die bisher synonym für die Gattung *Hysterothylacium* verwendeten Namen aufgeführt.

Verbreitung: *Hysterothylacium* ist weltweit verbreitet und stellt eine der häufigsten Nematodengattungen in marinen Knochenfischen dar. Im NO-Atlantik handelt es sich meist um die Art *H. aduncum* (BERLAND 1989).

Gesundheitsgefährdung und wirtschaftliche Bedeutung: *Hysterothylacium* wird in Fischen geschlechtsreif und ist folglich nicht an höhere Temperaturen, wie sie in Säugetieren oder Vögeln herrschen, angepaßt. Eine Gefahr für die menschliche Gesundheit ist daher in der Regel nicht gegeben. Allerdings sind *Hysterothylacium*-Larven aus tropischen Gewässern nach OVERSTREET & MEYER (1981) sowie PETTER (1969 a,b) und NORRIS & OVERSTREET (1976) in der Lage, sich in die Magenwand von Rhesusaffen (*Macaca mulatta*) einzubohren und Entzündungen hervorzurufen. Diese Fähigkeit ist als eine Anpassung an die dort herrschenden höheren Wassertemperaturen zu deuten (BIER et al. 1987).

Morphologie: Die Art ist gekennzeichnet durch zwei entgegengesetzt gerichtete Blindsäcke, einen kurzen "knopfartigen" Ventrikel sowie einen Exkretionsporus, der in Höhe des Nervenringes im vorderen Körperbereich ausmündet. Charakteristisch ist der sogenannte "Kaktusschwanz" der L4-Larven und adulten Individuen. Bei L3-Larven ist dieser "Kaktusschwanz" lichtmikroskopisch unter der Kutikula zu erkennen und stellt ein wichtiges Bestimmungsmerkmal dar (Abb. 4 m). Die L3-Larve besitzt, wie auch *Anisakis* und *Pseudoterranova*, ein Mucron am Hinterende. L4-Larven und adulte

Hysterothylacium weisen zwischen den Lippen dreieckige **Semüinterlabien** (Zwischenlippen) auf (Abb. 6 d) (SOLEIM 1974; SOLEIM & BERLAND 1981). **Charakteristisch** sind auch sogenannte Cervical- und Caudalflügel an den Körperseiten, die bei in **marinen** Säugern sich fortpflanzenden Nematoden fehlen (Abb. 6 d, 7 h). Adulte Weibchen können **eine** Länge bis zu 10 cm bzw. 15 cm erreichen (PUNT 1941; MÖLLER 1975 a).

Tab. 6: Bisher verwendete Namen für *Hysterothylacium* Ward & Magath 1917.

<i>Ascaris adunca</i>	RUDOLPHI 1802
<i>Ascaris aucta</i>	RUDOLPHI 1802
<i>Ascaris bidentata</i>	LINSTOW 1899
<i>Ascaris clavata</i>	RUDOLPHI 1809
<i>Ascaris cornuta</i>	STOSSISCH 1904
<i>Ascaris fabri</i>	RUDOLPHI 1819
<i>Ascaris gadi</i>	MÜLLER 1776
<i>Ascaris habena</i>	LINTON 1900
<i>Ascaris increscens</i>	MOLIN 1858
<i>Ascaris incurva</i>	RUDOLPHI 1819
<i>Ascaris marina*</i>	LINNAEUS 1767
<i>Ascaris rigida</i>	RUDOLPHI 1809
<i>Contracaecum aduncum</i>	SOLEIM 1974
<i>Contracaecum amoyensis</i>	HSÜ 1933
<i>Contracaecum arii</i>	YAMAGUTI 1954
<i>Contracaecum assi</i>	PARUKHIN 1973
<i>Contracaecum baylisi</i>	YAMAGUTI 1941
<i>Contracaecum chaunaxi</i>	OLSEN 1952
<i>Contracaecum coiliae</i>	YAMAGUTI 1941
<i>Contracaecum cyclopteri</i>	KREIS 1952
<i>Contracaecum epinepheli</i>	YAMAGUTI 1941
<i>Contracaecum fortalezae</i>	KLEIN 1973
<i>Contracaecum gracile</i>	YAMAGUTI 1935
<i>Contracaecum hapalogenyos</i>	YAMAGUTI 1961 b
<i>Contracaecum hippoglossi</i>	NAGASAWA et al. 1987
<i>Contracaecum histiophori</i>	YAMAGUTI 1935
<i>Contracaecum hypomesi</i>	HARTWICH 1975
<i>Contracaecum ilishae</i>	YAMAGUTI 1941
<i>Contracaecum longispiculum</i>	FUJITA 1940
<i>Contracaecum magnum</i>	SMEDLEY 1934
<i>Contracaecum melanogrammi</i>	SMEDLEY 1934
<i>Contracaecum melichthysi</i>	OLSEN 1952
<i>Contracaecum murrayense</i>	JOHNSTON & MAWSON 1940
<i>Contracaecum ogocephali</i>	KINNE 1984
<i>Contracaecum okadae</i>	FUJITA 1940
<i>Contracaecum oshorensis</i>	NAGASAWA et al. 1987
<i>Contracaecum pagrosomi</i>	YAMAGUTI 1935
<i>Contracaecum paralichthydis</i>	YAMAGUTI 1941
<i>Contracaecum rectum</i>	YAMAGUTI 1961 b
<i>Contracaecum saba</i>	YAMAGUTI 1941
<i>Contracaecum salvelini</i>	FUJITA 1940
<i>Contracaecum scomberomori</i>	YAMAGUTI 1941
<i>Contracaecum serirole</i>	YAMAGUTI 1941
<i>Contracaecum trichiuri</i>	THWAITE 1927
<i>Contracaecum zenis</i>	BAYLIS 1929
<i>Contracaecum zenopsis</i>	YAMAGUTI 1941
<i>Contracaecum-Larva Typ C und D</i>	NAGASAWA et al. 1987
<i>Simplexonema cyclopteri</i>	KREIS 1952
<i>Thynnascaris adunca</i>	SOLEIM & BERLAND 1981
<i>Thynnascaris carangis</i>	KALYANKAR 1971
<i>Thynnascaris dollfusi</i>	SCHMIDT, LEIBY & KRITSKY 1974
<i>Thynnascaris haze</i>	MACHIDA et al. 1978
<i>Thynnascaris reliquens</i>	NORRIS & OVERSTREET 1975
<i>Thynnascaris rhacodes</i>	DEARDORFF & OVERSTREET 1978

* Sammelbegriff, unter dem sich auch andere Nematoden verbergen

Lebenszyklus: *Hysterothylacium* wird im Darm und Magen von Fischen geschlechtsreif. Die schlüpfenden L2-Larven leben frei im Wasser, bis sie von einem geeigneten Wirt (Wirbellose, Fisch) aufgenommen werden.

1. Zwischenwirt: Über 70 Arten von Wirbellosen aus 6 Ordnungen sind bisher als Zwischenwirt bekannt (Tab. 9, Kap. 3). Den Großteil hiervon stellen Krebse mit mindestens 45 Arten. Innerhalb der Wirbellosen entwickeln sich die L2-Larven zur L3- und gelegentlich auch zur L4-Larve (NORRIS & OVERSTREET 1976; FAGERHOLM 1982 a). Andere Wirbellose, oft Copepoden, dienen lediglich als Transportwirt. In ihnen findet keine Weiterentwicklung statt (BRATTEY 1990).

2. Zwischenwirt: Fische stellen ebenfalls nur einen Transport- und Stapelwirt dar. Die Nematodenlarven setzen sich in typischen Organen der Leibeshöhle, wie Mesenterien, Hepatopankreas und Leber fest. In der Muskulatur tritt *Hysterothylacium* selten auf. Nach BERLAND (1961) wurden Larven von *H. aduncum* in 33 Fischarten in den Gewässern Norwegens nachgewiesen.

Endwirt: Endwirte sind ebenfalls Fische, meist Knochenfische (BERLAND 1989). Die Nematoden reifen im Darm und Magen heran und pflanzen sich dort fort. BERLAND (1961 a) nennt 20 Fischarten in norwegischen Gewässern, in denen adulte *H. aduncum* (= *Contracaecum aduncum*) gefunden wurden. MARGOLIS & ARTHUR (1979) führen mindestens 44 Fischarten auf, in denen *H. aduncum* (= *Thynnascaris adunca*) vorkam (larval und adult). Die Eizahl reifer *Hysterothylacium aduncum* beträgt im Durchschnitt 12 000 (5 000 - 24 000) Eier (SMITH 1988).

2.4 *Pseudoterranova decipiens* (Krabbe 1887) Mozgovoi 1951 (Ascaridida, Anisakidae)

Die Gattung *Pseudoterranova* umfaßt nur eine einzige Art, *P. decipiens*. Elektrophoretisch lassen sich jedoch mindestens 3 weitere Arten unterscheiden (MATTIUCCI & PAGGI 1989). Die Art wurde vorher unter den Gattungen *Phocanema*, *Terranova* und *Porrocaecum* geführt (Tab. 7). In der Walart *Kogia breviceps* wird ferner die Nematodenart *Terranova kogiae* beschrieben (JOHNSTON & MAWSON 1939; DOLLFUS 1966). Die taxonomische Beziehung dieser Art zu *P. decipiens* bedarf jedoch einer eingehenden Untersuchung.

Verbreitung: *P. decipiens* ist ein Kosmopolit, der bis in polare Gewässer zu finden ist (BARTSCH 1985; KLÖSER 1985).

Tab. 7: Synonyme zu *Pseudoterranova decipiens* (Krabbe 1878) Mozgovoi 1951.

<i>Ascaris decipiens</i>	KRABBE 1878
<i>Ascaris bulbosa</i>	COBB 1888
<i>Ascaris simplex</i>	LINSTOW 1888
<i>Ascaris rectangula</i>	(LINSTOW 1907 a) JOHNSTON 1937
<i>Phocanema decipiens</i>	(KRABBE 1878) MYERS 1959
<i>Physaloptera guiarta</i>	GARIN 1913 (cit. in CLAUSSEN 1990)
<i>Porrocaecum decipiens</i>	(KRABBE 1878) BAYLIS 1920
<i>Terranova decipiens</i>	(KRABBE 1878) BAYLIS 1920
<i>Terranova piscium</i>	(RUDOLPHI 1809) JOHNSTON & MAWSON 1943 a,b

Gesundheitsgefährdung und wirtschaftliche Bedeutung: Die humanpathologische Bedeutung von *Pseudoterranova* spielt im Vergleich zu *Anisakis* eine untergeordnete Rolle. Fälle von *Anisakiasis*, hervorgerufen durch *P. decipiens*, sind vergleichsweise selten (THIEL 1976; BIER et al. 1976; MÖLLER 1989 b). In Nordamerika sind jedoch mehr Krankheitsfälle auf *Pseudoterranova* als auf *Anisakis* zurückzuführen (JACKSON 1975). Da sich *Pseudoterranova*-Larven bevorzugt in die Muskulatur von Fischen einbohren und aufgrund ihrer Größe kaum zu übersehen sind, stellen sie ein großes Problem für die Fischindustrie dar (BRATTEY 1990).

Morphologie: *Pseudoterranova* zeichnet sich durch den Besitz eines nach vorne gerichteten Darmblindsackes und eines relativ langen Ventrikels aus (Abb. 4 f). L3-Larven weisen am Hinterende ein Mucron auf (Abb. 4 k). Sie sind im Vergleich zu anderen anisakiden Nematoden meist größer (bis 4,4 cm; McCLELLAND 1980 b) und gelbbraun, manchmal auch blutrot gefärbt. L4- Larven besitzen die typischen drei Lippen, das Hinterende ist stumpf ohne Mucron (Abb. 5 f). Die Spiculae von *Pseudoterranova*-Männchen sind von gleicher Länge, das Hinterende adulter Männchen ist charakteristisch gekrümmt (Abb. 6 f). Die Geschlechtsöffnung (Vulva) der Weibchen befindet sich etwa in der Körpermitte und zeigt bei adulten Individuen einen charakteristischen Vulvahügel (Abb. 7 b). Weibchen werden bis zu 9 cm, Männchen bis etwa 7 cm lang (BRATTEY 1989).

Lebenszyklus: Die Eier von *P. decipiens* sinken zu Boden. Die aus ihnen schlüpfenden L2-Larven, die noch in die Kutikula der L1-Larve gehüllt sind, heften sich mit dem Hinterende am Substrat fest (SCOTT 1955; MYERS 1960; McCLELLAND & RONALD 1974 a; McCLELLAND 1982). Die Entwicklungszeit zur schlüpfenden L2-Larve beträgt je nach Temperatur (12,0°-1,7°C) 16-125 Tage (BRATTEY 1990). Die Überlebensrate der sich gehäuteten freilebenden L2-Larven schwankt in Abhängigkeit von der Wassertemperatur zwischen 6 (17°C) und 140 Tagen (5°C). Bei 20°C sterben die Larven innerhalb von 24-48 h ab (McCLELLAND 1982).

1. Zwischenwirt: Trotz der Häufigkeit dieser Nematodenart sind nur wenige Wirbellose als erste Zwischenwirte bekannt (Tab. 10, Kap. 3). In Kanada werden Amphipoden und Mysidaceen, in Norwegen Isopoden genannt (VALTER 1978; McCLELLAND 1990; SCOTT & BLACK 1960;

BJÖRGE 1979). Experimentell wurde nachgewiesen, daß eine Infektion von *Pseudoterranova*-Larven über Copepoden zu einer Anreicherung in Makroinvertebraten führt (BRATTEY 1989; McCLELLAND 1990).

2. Zwischenwirt: Fische fungieren als paratenische Zwischenwirte und dienen der Kumulation und Verbreitung der Nematoden. In kanadischen Gewässer fanden McCLELLAND et al. (1990) in 26 von 32 untersuchten Fischarten *Pseudoterranova*-Larven. BERLAND (1961 b) nennt in norwegischen Gewässern 6 Fischarten. Im Elbmündungsbereich war *Pseudoterranova* bisher aus 5 Fischarten bekannt (MÖLLER et al. 1988).

Tab. 8: Marine Säuger, in denen *Pseudoterranova decipiens* und *Pseudoterranova spec.** nachgewiesen wurde (Larven und/oder Adulte).

ENDWIRT		QUELLE
Südamerikanischer Seebär	<i>Arctocephalus australis</i>	17
Australischer Seebär	<i>Arctocephalus doriferus</i>	1, 2, 14
Kerguelen-Seebär	<i>Arctocephalus tropicalis</i>	14
Nördlicher Seebär	<i>Callorhinus ursinus</i>	1, 2, 3, 18
Klappmütze	<i>Cystophora cristata</i>	2
Bartrobbe	<i>Erignathus barbatus</i>	1, 2, 3, 4, 12, 14
Stellerscher Seelöwe	<i>Eumetopias jubatus</i>	1, 2, 14
Kegeleobbe	<i>Halichoerus grypus</i>	1, 2, 3, 7, 14
Seeleopard	<i>Hydrurga leptonyx</i>	1, 2, 3, 19
Weddell-Robbe	<i>Leptonychotes weddelli</i>	1, 2, 3, 14
Nördlicher See-Elefant	<i>Mirounga angustirostris</i>	1, 2, 14
Südlicher See-Elefant	<i>Mirounga leonina</i>	1, 2, 3, 14
Möncharobbe	<i>Monachus monachus</i>	1, 2
Walroß	<i>Odobenus rosmarus</i>	1, 2, 3, 10, 14, 22
Rose-Robbe	<i>Ommatophoca rossi</i>	1, 2, 19
Mähnenrobbe	<i>Otaria byronia</i>	14
Sattelrobbe	<i>Phoca groenlandica</i>	1, 2, 3, 5, 11, 14
Fingelrobbe	<i>Phoca hispida</i>	1, 2, 3, 14
Seehund	<i>Phoca vitulina</i>	1, 2, 3, 8, 9, 18
Auckland-Seelöwe	<i>Phocartos (= Neophoca) hookeri</i>	16
Kalifornischer Seelöwe	<i>Zalophus californianus</i>	3, 15*, 24
Zwergwal	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	1, 2
Blaual	<i>Balaenoptera musculus</i>	1, 2
Commerson-Delphin	<i>Cephalorhynchus commersonii</i>	6
Weißwal	<i>Delphinapterus leucas</i>	23
Kleiner Pottwal	<i>Kogia breviceps</i>	1, 13**, 20*
Weißschnauzendelphin	<i>Lagenorhynchus albirostris</i>	20*
Narwal	<i>Monodon monoceros</i>	1
Schweinswal	<i>Phocoena phocoena</i>	1, 2, 21
Seeotter	<i>Enhydra lutris</i>	24
1 = DELYAMURE 1955	9 = PALSSON 1977	17 = BAYLIS & DAUBNEY 1923
2 = YAMAGUTI 1961 b	10 = DELYAMURE 1961	18 = STILES & HASSALL 1899
3 = MYERS 1959	11 = TRESHCHEV 1982	19 = KING 1964
4 = DELYAMURE et al. 1976 a	12 = SKRIJABIN 1960	20 = THIEL 1966
5 = DELYAMURE & TRESHCHEV 1966	13 = JOHNSTON & MAWSON 1939	21 = SCHMIDT-RIES 1940
6 = ROBINEAU & DUHAMEL 1984	14 = BAYLIS 1916	22 = SPREHN 1966
7 = BJÖRGE 1985	15 = HERMAN 1942 (Zoo)	23 = SCOTT & FISHER 1958 a
8 = BJÖRGE 1984	16 = BAYLIS 1920	24 = SCHILLER 1954

** Beschrieben als *Terranova (= Pseudoterranova) kogiae*.

Endwirt: Die Endwirte von *Pseudoterranova* stellen fast ausschließlich Robben dar (Tab. 8). Teilweise kommt *P. decipiens* zwar auch in Walen vor, wird dort jedoch nicht oder nur in Ausnahmefällen geschlechtsreif (SCOTT & FISHER 1958 a). Unter den Robben sind vor allem Kegelrobben (*Halichoerus grypus*) und Seehunde (*Phoca vitulina*) stark befallen (STOBO et al. 1990). In Kegelrobben wurden maximale Befallsintensitäten bis zu 12680 Nematoden nachgewiesen (STOBO et al. 1990). Nach McCLELLAND (1980 a,b) häuten sich die Drittlarven im Magen von Seehunden innerhalb von 2 bis 5 Tagen zur Viertlarve. Die Häutung von der L4-Larve zum juvenilen Männchen oder Weibchen vollzieht sich nach 5 bis 15 Tagen. Die Geschlechtsreife wird nach 15 bis 25 Tagen nach der Infektion des Endwirtes erreicht. Erste Eier beobachtete der Autor nach 16 Tagen. Die Lebensdauer im Endwirt beträgt etwa 3-7 Wochen. In adulten Weibchen wurden durchschnittlich 168000 (87000-273000) Eier gezählt. Das entspricht im Mittel etwa 7500 Eiern pro Tag und Weibchen (McCLELLAND 1980 a).

2.5 Bestimmungsschlüssel anisakider Nematoden aus dem Verdauungstrakt mariner Säuger und ihrer Larvalstadien aus Fischen

Zur Bestimmung der anisakiden Nematoden im Verdauungstrakt mariner Säuger sowie der Drittlarven (L3) dieser Nematoden in der Leibeshöhle und im Filet von Fischen wurde ein Bestimmungsschlüssel ausgearbeitet. Er ermöglicht die Identifizierung der Art, des Entwicklungsgrades (Larvenstadien, adulte Nematoden) und des Geschlechts der Fadenwürmer. Er ist so aufgebaut, daß auch beim Fehlen einzelner charakteristischer Merkmale (Bruchstücke) eine Bestimmung z.T. möglich wird. Teil (a) dient der Artbestimmung, Teil (b) der Bestimmung des Entwicklungsgrades.

a) Welche Nematodenart liegt vor?

- 1 - Ventrikel mit nach vorne gerichtetem Blindsack (Abb. 4 f,g,h) --> 4
- 2 - Ventrikel ohne Blindsack (Abb. 4 e) --> 7
- 3 - Merkmal nicht verwendbar --> 11
- 4 - Blindsack nach hinten fehlt (Abb. 4 e,f) --> *Pseudoterranova decipiens*
- 5 - Blindsack nach hinten vorhanden (Abb. 4 g,h) --> 11
- 6 - Merkmal nicht verwendbar --> 26
- 7 - Spiculaelänge der Männchen größer 0,7 mm, Verhältnis etwa 1:1,6 (Abb. 6 e)
--> *Anisakis simplex*
- 8 - Spiculaelänge der Männchen größer 0,7 mm, längeres Spiculum
mindestens 2,5 mal länger als kürzeres, Verhältnis etwa 1:3 --> *Anisakis typica*
- 9 - Spiculaelänge der Männchen kleiner 0,4 mm --> *Anisakis physeteris*
- 10 - Merkmal nicht verwendbar --> *Anisakis spec.*
- 11 - Adultstadien* oder L4-Larve* liegt vor --> 13
- 12 - L3-Larve* liegt vor --> 22
* zur Ermittlung des Reifestadiums siehe Teil (b)
- 13 - Hinterende mit "Kaktusschwanz" (Abb. 5 h, 7 h), wird in Fischen geschlechtsreif -->
Hysterothylacium spec.
- 14 - Hinterende ohne Kaktusende (Abb. 5 g, 6 g, 7 g), wird in Robben geschlechtsreif -->
Contracaecum osculatum
- 15 - Merkmal nicht verwendbar --> 16
- 16 - Cervicalflügel im vorderen Teil vorhanden (Abb. 6 d) --> *Hysterothylacium spec.*
- 17 - Cervicalflügel fehlen --> *Contracaecum osculatum*
- 18 - Merkmal nicht verwendbar --> 19

- 19 - Exkretionsporus mündet an der Basis zwischen den beiden Subventrallippen (Abb. 6 c) --> *Contracaecum osculatum*
- 20 - Exkretionsporus mündet im vorderen Körperdrittel, deutlich entfernt von den Lippen (Abb. 6 d) --> *Hysterothylacium spec.*
- 21 - Merkmal nicht verwendbar --> keine weitere Bestimmung möglich

- 22 - Hinterende mit Mucron, unter der Kutikula ist häufig das Kaktusende der späteren L4-Larve zu erkennen (Abb. 4 m) --> *Hysterothylacium spec.*
- 23 - Hinterende konisch endend, ohne Mucron (Abb. 4 l) --> *Contracaecum osculatum*
- 24 - Merkmal nicht verwendbar --> 7

- 25 - adulte oder präadulte Weibchen oder Männchen liegen vor --> 28*
- 26 - L4-Larven liegen vor --> 42 *
- 27 - L3-Larven liegen vor --> 44 *
- * zur Ermittlung des Reifestadiums siehe Teil (b)

- 28 - Lippen adulter Nematoden ohne Interlabien (Abb. 6 a,b) --> 16
- 29 - Lippen adulter Nematoden mit Interlabien (Abb. 6 c,d) --> 13
- 30 - Merkmal nicht verwendbar, jedoch
 - Männchen vorhanden --> 31
 - Weibchen vorhanden --> 36 oder 39

- 31 - Spiculae der Männchen gleich lang (Abb. 6 f) --> 34
- 32 - Spiculae der Männchen ungleich lang (Abb. 6 e) --> 7
- 33 - Merkmal nicht verwendbar --> keine weitere Bestimmung möglich

- 34 - Spiculae 1,5-2,7 mm lang, dick --> *Pseudoterranova decipiens*
- 35 - Spiculae sehr lang (5-10 mm), dünn (Abb. 6 g) --> *Contracaecum osculatum*
- 36 - Lage der Vulva bei Weibchen im vorderen Körperdrittel --> *Contracaecum osculatum*
- 37 - Lage der Vulva bei Weibchen mehr oder weniger in der Körpermitte --> 22
- 38 - Merkmal nicht verwendbar --> keine weitere Bestimmung möglich

- 39 - Vulva makroskopisch als Wulst ausgeprägt (Abb. 7 b) --> *Pseudoterranova decipiens*
- 40 - Vulva äußerlich kaum zu erkennen, kein Wulst (Abb. 7 a)
--> *Anisakis spec.* oder unreifes Weibchen von *P. decipiens*
- 41 - Merkmal nicht verwendbar --> keine weitere Bestimmung möglich

- 42 - Lippen mit Aurikeln (Abb. 5 c; 11c), Hinterende konisch zulaufend (Abb. 5 g)
--> *Contracaecum osculatum* (L4)
- 43 - Lippen ohne Aurikel (Abb. 6 a,b), Hinterende stumpf (Abb. 5 e,f)
--> *Pseudoterranova decipiens* oder *Anisakis spec.*

- 44 - Hinterende konisch spitz zulaufend (Abb. 4 l) --> *Contracaecum osculatum* (L3)
- 45 - Hinterende mit Mucron (Abb. 4 i,k) --> *Pseudoterranova decipiens* oder *Anisakis spec.*

b) Welches Entwicklungsstadium liegt vor?

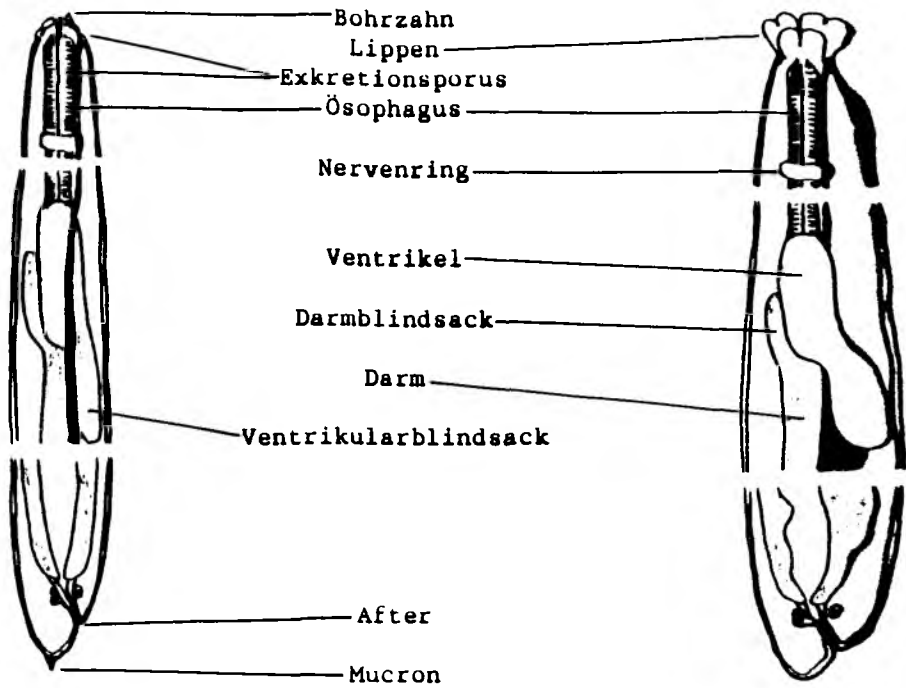
- 1 - Mundregion ohne Lippen, mit Bohrzahn (Abb. 4 a-d) --> L3-Larve
- 2 - Mundregion mit Lippen, ohne Bohrzahn (Abb. 5 a-d; 6 a-d) --> 4
- 3 - Merkmal nicht verwendbar --> 6

- 4 - Gonadenschläuche, Spiculae bei Männchen, Vulva bei Weibchen noch nicht erkennbar --> L4-Larve
- 5 - Gonadenschläuche (Abb. 3), Spiculae bei Männchen (Abb. 6 e-h), bzw. Vulva (Abb. 7 a-d) bei Weibchen vorhanden --> Präadult- oder Adultstadium

- 6 - Hinterende mit Mucron (Abb. 4 i,k,m) --> L3-Larve
- 7 - Hinterende ohne Mucron (Abb. 4 l) --> keine weitere Bestimmung möglich

Dritt-Larve (L3)

Viert-Larve (L4)



Weibchen adult

Männchen adult

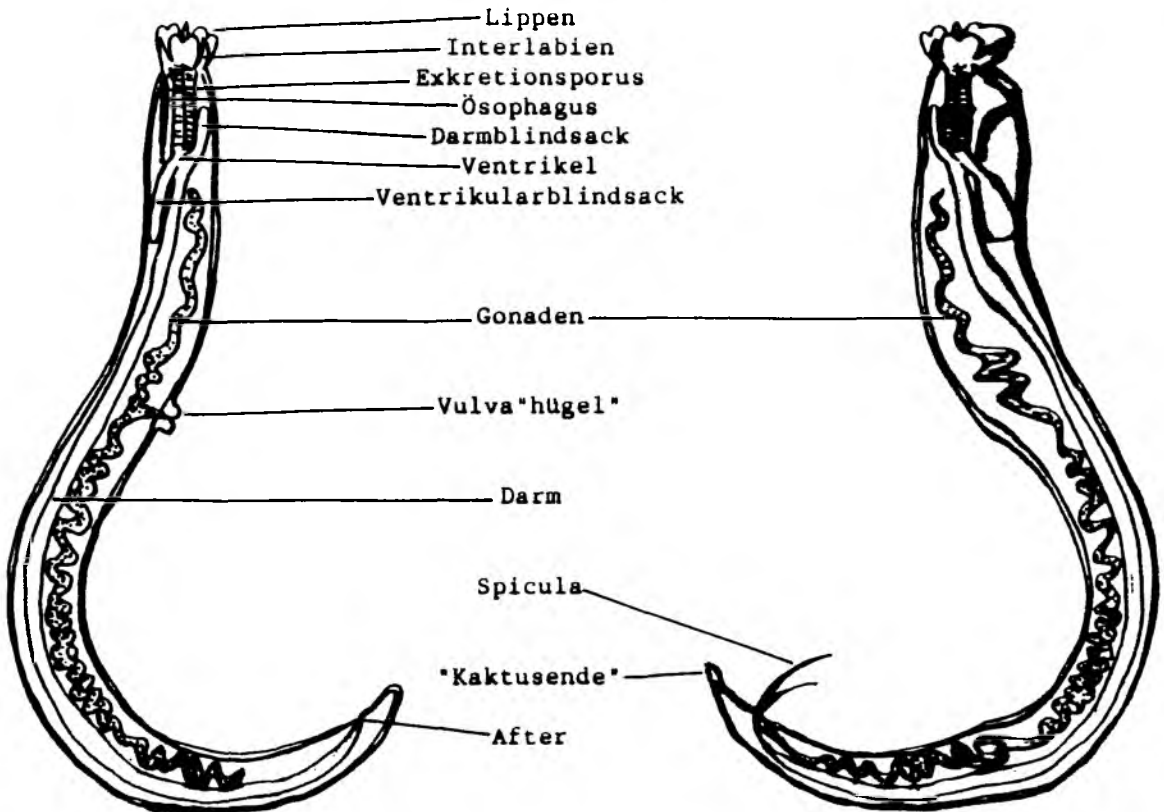
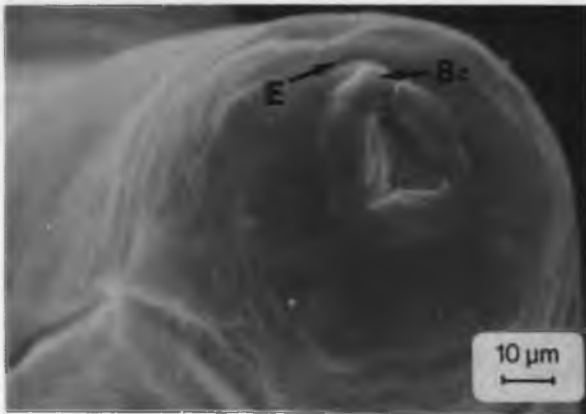


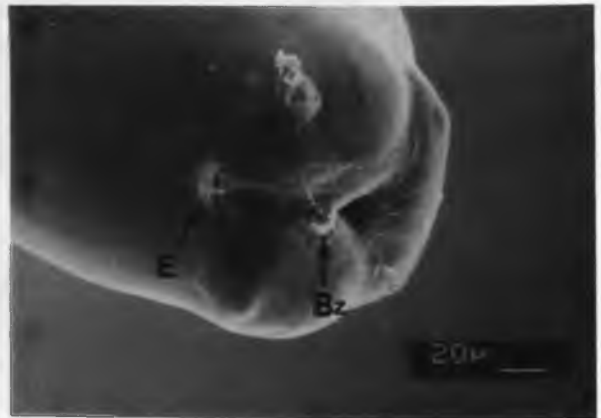
Abb. 3: Schematische Darstellung der in Fischen und marinen Säugern auftretenden Entwicklungsstadien anisakider Nematoden (verändert nach ISHII et al. 1989, und MÖLLER & ANDERS 1983).

Abb. 4: Morphologische Merkmale der Drittlarven (L3) anisakider Nematoden:

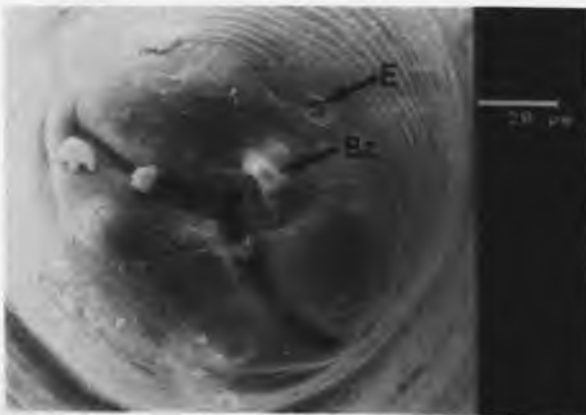
- (a) - (d): Mundregion
Bz = Bohrzahn
E = Exkretionsporus
- (e) - (h): Ventrikel mit Blindsäcken
B = Blindsack des Darmes
V = Ventrikel
Va = Ventrikularanhang
- (i) - (m): Hinterende
K = Kaktusschwanz
M = Mucron



a) *Anisakis*



b) *Pseudoterranova*



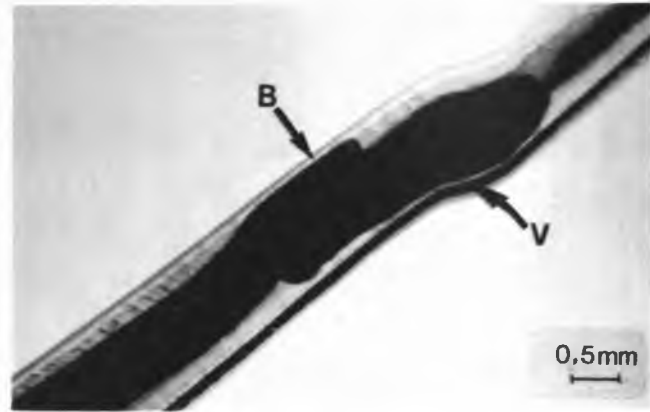
c) *Contracaecum*



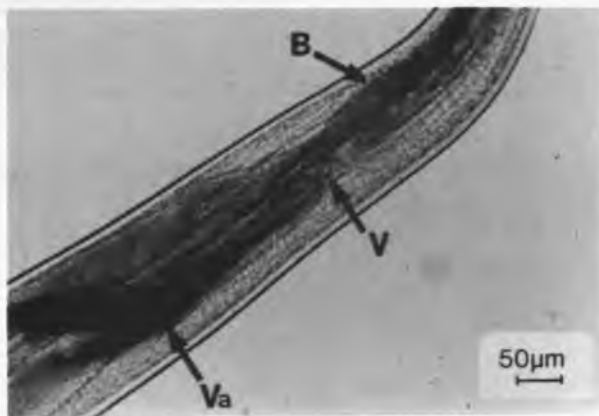
d) *Hysterothylacium*



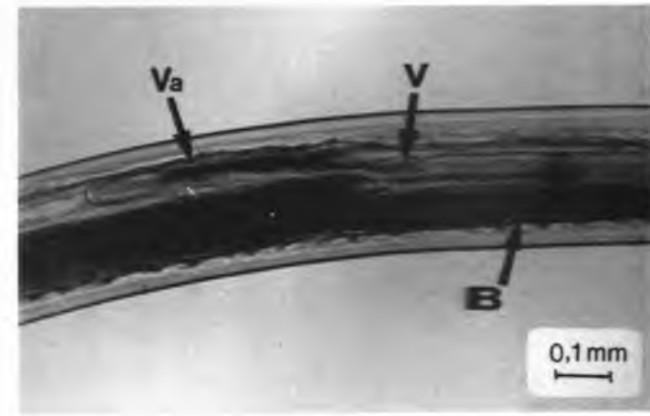
e) *Anisakis*



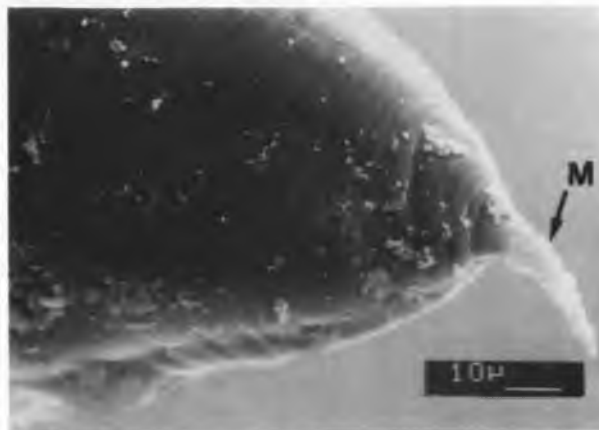
f) *Pseudoterranova*



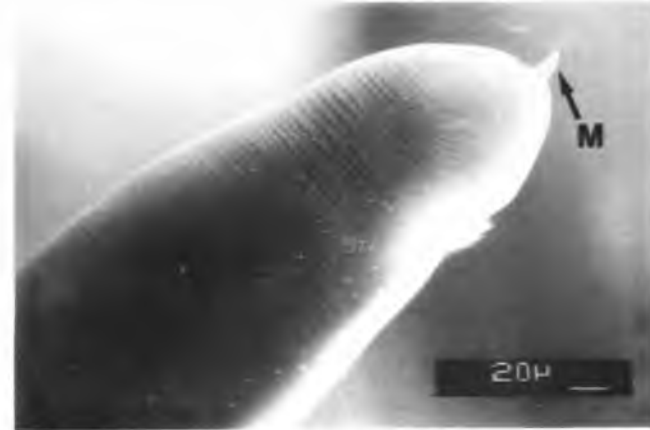
g) *Contracaecum*



h) *Hysterothylacium*



i) *Anisakis*



k) *Pseudoterranova*

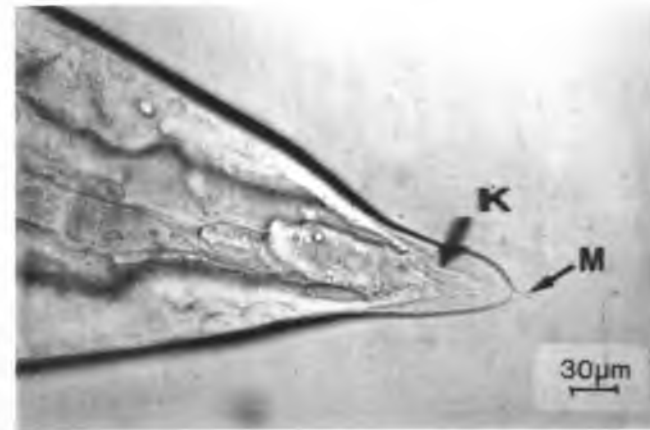
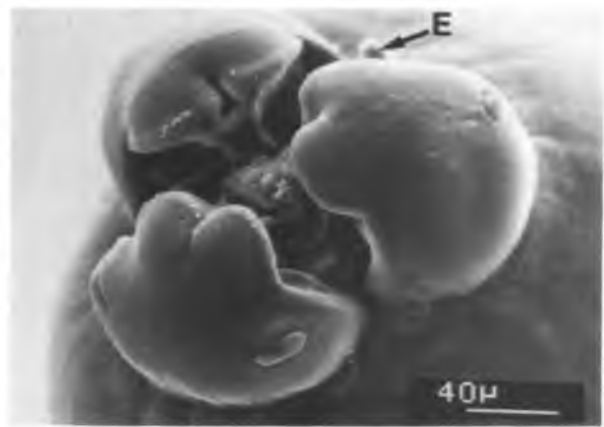


Abb. 5: Morphologische Merkmale der Viertlarven (L4) anisakider Nematoden:

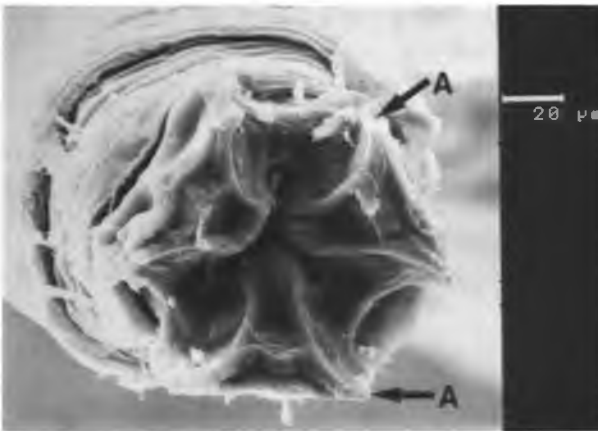
- (a) - (d): Mundregion
A = Aurikel
E = Exkretionsporus
- (e) - (h): Hinterende
C = Caudalflügel
K = Kaktusschwanz



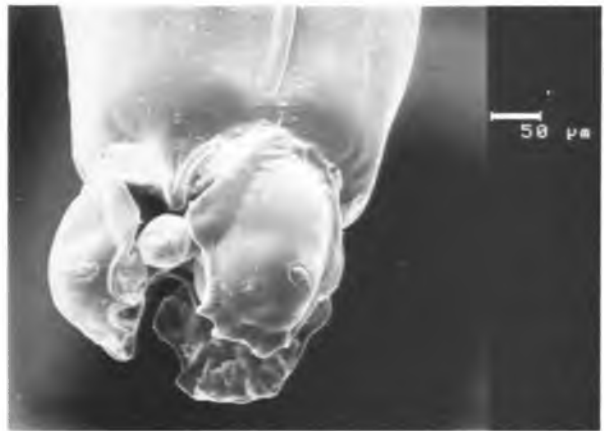
a) *Anisakis*



b) *Pseudoterranova*



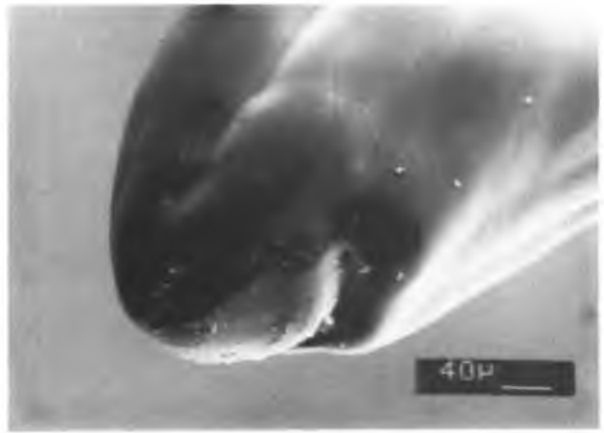
c) *Contracaecum*



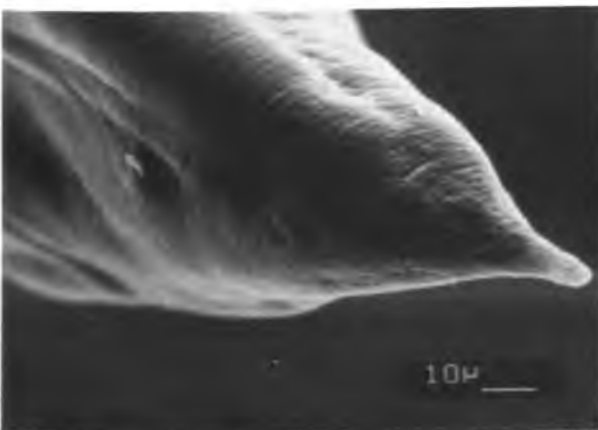
d) *Hysterothylacium*



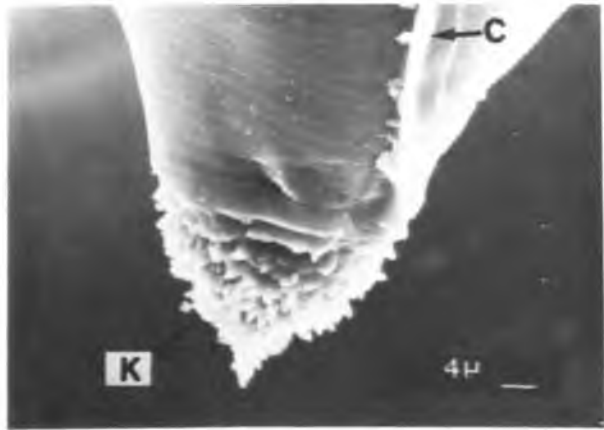
e) *Anisakis*



f) *Pseudoterranova*



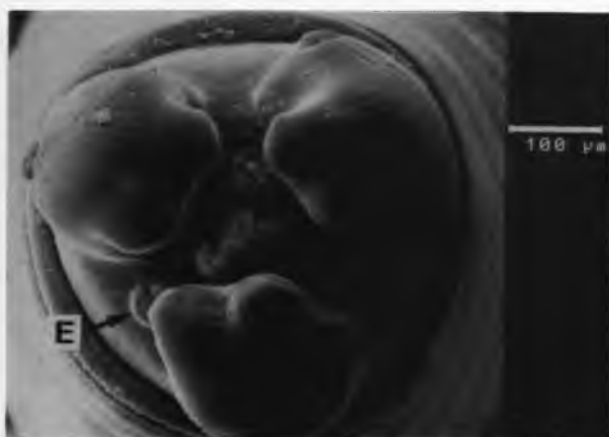
g) *Contracaecum*



h) *Hysterothylacium*

Abb. 6: Morphologische Merkmale adulter Männchen anisakider Nematoden:

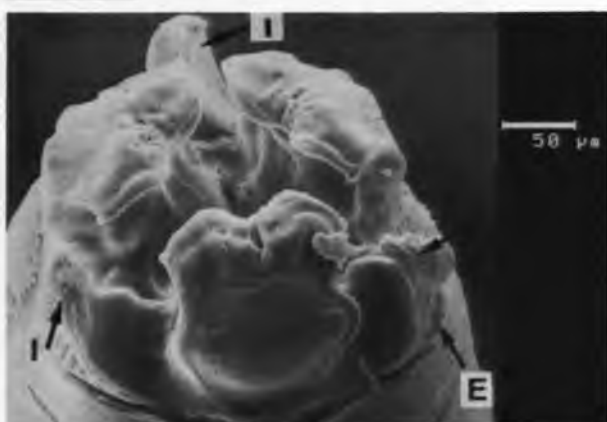
- (a) - (d): Mundregion
Cf = Cervicalflügel
E = Exkretionsporus
I = Interlabium
- (e) - (h): Hinterende mit
Spiculae (Pfeil)



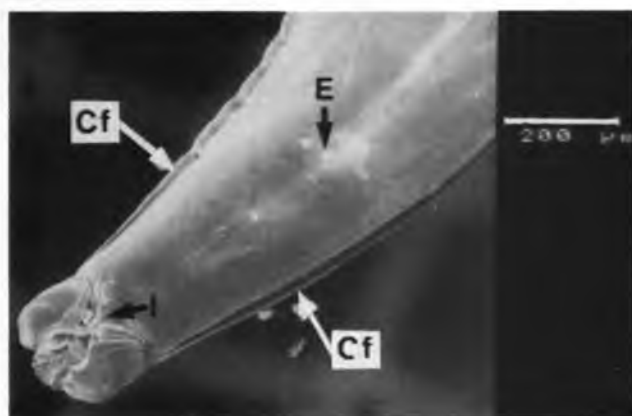
a) *Anisakis*



b) *Pseudoterranova*



c) *Contracaecum*



d) *Hysterothylacium*



e) *Anisakis*



f) *Pseudoterranova*



g) *Contracaecum*



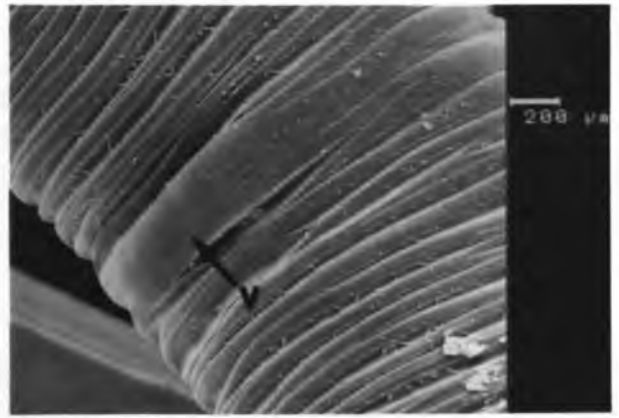
h) *Hysterothylacium*

Abb. 7: Morphologische Merkmale adulter Weibchen anisakider Nematoden:

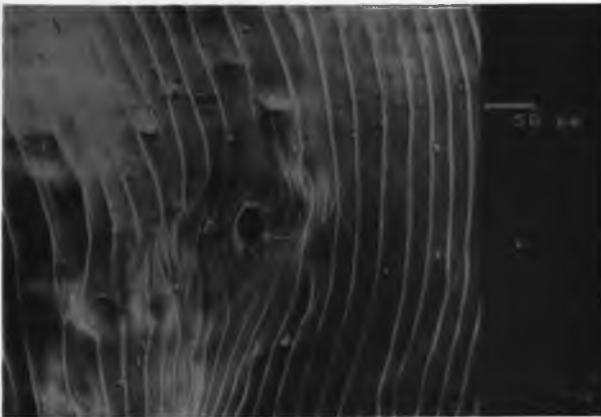
- (a) - (b): Geschlechtsöffnung
 V = Vulvahügel
- (c) - (f): Hinterende
 K = Kaktusschwanz



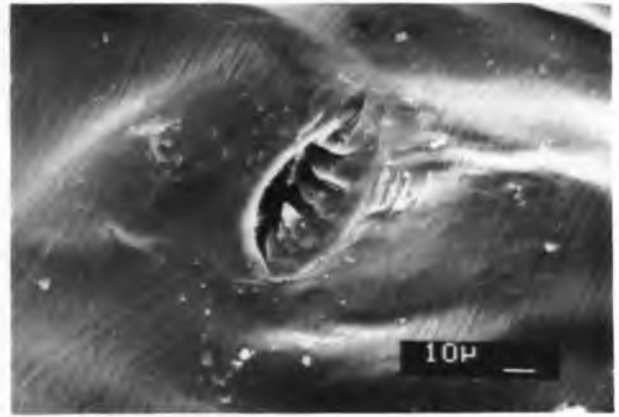
a) *Anisakis*



b) *Pseudoterranova*



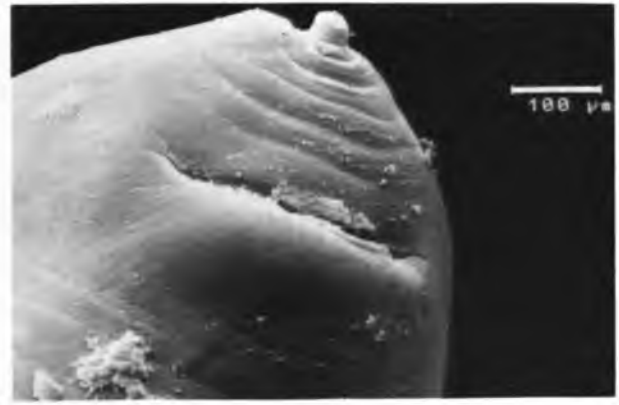
c) *Contracaecum*



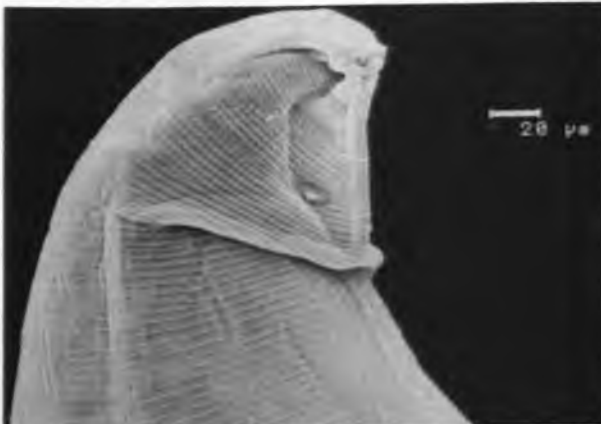
d) *Hysterothylacium*



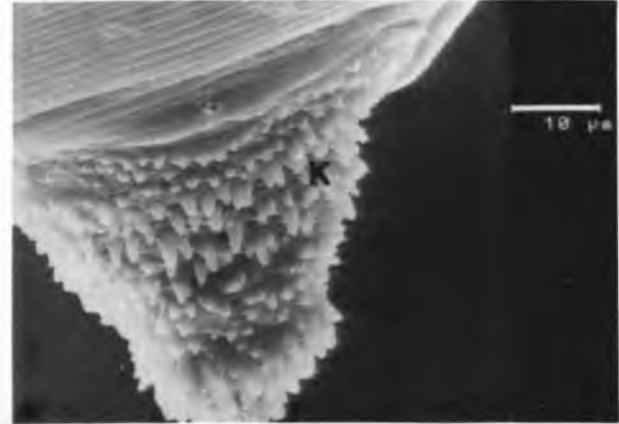
e) *Anisakis*



f) *Pseudoterranova*



g) *Contracaecum*



h) *Hysterothylacium*

3 Nematodenlarven in 1. Zwischenwirten

3.1 Einleitung

Wirbellose Organismen, vor allem Kleinkrebse (Crustacea), stellen die ersten Zwischenwirte fischpathogener Nematoden dar. Der am häufigsten und weltweit auftretende anisakide Nematode *Hysterothylacium* (in den meisten Fällen *H. aduncum*) ist aus über 70 verschiedenen Invertebraten bekannt, davon 45 Krebsarten (Tab. 9). In der Unterelbe und der Kieler Bucht wurde *H. aduncum* in verschiedenen *Gammarus*-Arten nachgewiesen (VOIGT 1986, 1991).

Anisakis-Larven treten vor allem in Euphausiaceen auf. In der Nordsee sind sie aus verschiedenen *Thysanoëssa*-Arten, *Nyctiphanes conchii* und den Mysidaceenarten *Meganctiphanes norvegica* und *Mesopodopsis slabberi* bekannt (Tab. 11).

Pseudoterranova-Larven sind beschrieben aus Flohkrebse (Amphipoda; VALTER 1978, 1987; McCLELLAND 1990), Asseln (Isopoda; BJÖRGE 1979), Schwimmgarnelen (Mysidacea; SCOTT & BLACK 1960) und Decapoden (USPENSKAYA 1963) (Tab. 10). In der Nordsee waren erste Zwischenwirte von *Pseudoterranova* bisher unbekannt.

Contracaecum osculatum wurde bisher nur aus Amphipoden des Baikalsees (SUDARIKOV & RHYZHIKOV 1951) und aus Euphausiaceen des Nordpazifiks beschrieben (SHIMAZU & OSHIMA 1972, Tab. 12). Jedoch handelt es sich wahrscheinlich bei einigen Zwischenwirten von *Hysterothylacium* tatsächlich um solche von *Contracaecum osculatum* (KINNE 1984, vgl. Tab. 9).

Untersuchungen über die ersten Zwischenwirte von *Cosmocephalus* und *Paracuarua* (Spirurida), beides Nematoden, die in Seevögeln geschlechtsreif werden, liegen von PLÖTZ (1982 a,b) und VOIGT (1986, 1991) vor. PLÖTZ konnte im Experiment Gammariden, Schwimmgarnelen (*Mysis spec.*) sowie Strandkrabben (*Carcinus maenas*) und Taschenkrebse (*Cancer pagurus*, Decapoda) mit einer Erfolgsquote von 100% infizieren. Die natürliche Befallsrate bei 100 Gammariden aus dem Helgoländer Felswatt lag allerdings deutlich geringer. Nur eine Drittlarve von *Paracuarua tridentata* war in den Krebsen nachzuweisen. VOIGT beschreibt *P. tridentata* aus *Gammarus salinus* der Kieler Bucht. Im deutschen Wattenmeer fehlte bisher der Nachweis der ersten Zwischenwirte.

Ziel der folgenden Untersuchungen war es, Krebse als Zwischenwirt für Nematodenlarven zu identifizieren und damit einige der aufgezeigten Lücken im Untersuchungsgebiet zu schließen.

Tab. 9: Erste Zwischenwirte von *Hysterothylacium* spec. (ergänzt nach NORRIS & OVERSTREET 1976).

1. ZWISCHENWIRT	Infiziert/ untersucht	REGION	QUELLE
ARTHROPODA			
Amphipoda			
<i>Anisogammarus kygi</i>	8,5%	Japan	MORAVEC & NAGASAWA 1986
<i>Caprella septendrionalis</i>		Weißes Meer	VALTER 1968, 1970
<i>Gammarus duebeni</i>	6,3%	Kieler Bucht (Ostsee)	VOIGT 1986, 1991
<i>Gammarus inaequicauda</i>	6,3-9,1%	Kieler Bucht (Ostsee)	VOIGT 1986, 1991
<i>Gammarus lawrencianus</i>	8/2500	Halifax, Kanada	McCLELLAND 1990
<i>Gammarus locusta</i>	3,3-3,9%	Kieler Bucht (Ostsee)	VOIGT 1986, 1991
<i>Gammarus oceanicus</i>	2,6-4,6%	Kieler Bucht (Ostsee)	VOIGT 1986, 1991
<i>Gammarus oceanicus</i>	4,3%	Zentrale & nördl. Ostsee	FAGERHOLM 1982 a, 1987
<i>Gammarus salinus</i>	4,0-18,2%	Kieler Bucht (Ostsee)	VOIGT 1986, 1991
<i>Gammarus zaddachi</i>	3,4-6,3%	Kieler Bucht (Ostsee)	VOIGT 1986, 1991
<i>Gammarus zaddachi</i>		Elbe (Nordsee)	VOIGT 1986, 1991
<i>Parathemisto abyssorum</i>	1/?	Norwegen	SVENDSEN 1990
<i>Unciola irrorata</i>	8/500	Halifax, Kanada	McCLELLAND 1990
Unidentifiziert		Experimentell	GELLER & BABICH 1953
Copepoda			
<i>Ascartia biflosa</i>	-	UdSSR	MARKOWSKI 1937
<i>Ascartia biflosa</i>		Experimentell	MARKOWSKI 1937
<i>Acartia longiremis</i>	22,4%	Experimentell	POPOVA & VALTER 1965
<i>Acartia longiremis</i>		Experimentell	VALTER 1968
<i>Calanus finmarchicus</i>	2/?	Norwegen	USPENSKAYA 1963; SVENDSEN 1990
<i>Calanus finmarchicus</i>		Barentsee	BANNING 1967; REIMER et al. 1971
<i>Calanus spec.</i>		Nordsee	APSTEIN 1911, WÜLKER 1930
<i>Centropages typicus</i>	1/?	Norwegen	SVENDSEN 1990
<i>Euchoeta spec.</i>		Nordsee	APSTEIN 1911, WÜLKER 1930
<i>Eurytemora affinis</i>		UdSSR	PUNT 1941
<i>Eurytemora affinis</i>	-	Experimentell	MARKOWSKI 1937
<i>Microsetella norvegica</i>		Experimentell	VALTER 1968
<i>Microsetella norvegica</i>	-	Experimentell	POPOVA & VALTER 1965
<i>Pseudocalanus elongatus</i>		Experimentell	POPOVA & VALTER 1965
<i>Pseudocalanus elongatus</i>		Experimentell	VALTER 1968
<i>Pseudocalanus elongatus</i>		Schwarzes Meer	SOLOCHENKO & KOVALEVA 1985
<i>Pseudocalanus elongatus</i>	25,8%	Experimentell	POPOVA & VALTER 1965
<i>Pseudocalanus spec.</i>		Nordsee	APSTEIN 1911, WÜLKER 1930
<i>Temora longicornis</i>	41,7%	Experimentell	POPOVA & VALTER 1965
Decapoda			
<i>Clibanarius vittatus</i>		Mississippi	NORRIS & OVERSTREET 1976
<i>Emerita talpoida</i>		Mississippi	NORRIS & OVERSTREET 1976
<i>Homarus americanus</i>	1,1-5,6%	Neuschottland, Kanada	BRATTEY & CAMPBELL 1986
<i>Pandalus borealis</i>		Barentsee	USPENSKAYA 1963
<i>Pandalus borealis</i>		British Columbia, Kanada	MARGOLIS & BUTLER 1954
<i>Penaeus aztecus</i>		Florida	KRUSE 1959
<i>Penaeus aztecus</i>			HUTTON et al. 1962
<i>Penaeus aztecus</i>	8/281	Südl. NW-Atlantik & Golf v. Mexi	HUTTON et al. 1959
<i>Penaeus aztecus</i>		Mississippi	NORRIS & OVERSTREET 1976
<i>Penaeus aztecus</i>		Texas	CORKERN 1970
<i>Penaeus aztecus</i>		Florida	HUTTON 1964
<i>Penaeus brasiliensis</i>		Florida	FEIGENBAUM 1973
<i>Penaeus brasiliensis</i>		Florida	HUTTON et al. 1962
<i>Penaeus californiensis</i>		Mexikanische Pazifikküste	LAMOTHE-ARGUMEDO 1970
<i>Penaeus californiensis</i>		Dry Tortugas	WOODBURN et al. 1957
<i>Penaeus duorarum</i>		Florida, N-Carolina	KRUSE 1959; MARTOSUBROTO 1972
<i>Penaeus duorarum</i>	144/1306	Südl. NW-Atlantik & Golf v. Mexi	HUTTON et al. 1959
<i>Penaeus duorarum</i>		Südl. NW-Atlantik & Golf v. Mexi	HUTTON et al. 1962
<i>Penaeus duorarum</i>		Florida	HUTTON 1964; VILLELLA et al. 1970
<i>Penaeus indicus</i>	1,3%	Mozambique (indischer Ozean)	REIMER 1984
<i>Penaeus japonicus</i>	1,6%	Mozambique (indischer Ozean)	REIMER 1984
<i>Penaeus setiferus</i>		Florida	HUTTON et al. 1962
<i>Penaeus setiferus</i>	55/354	Florida	HUTTON et al. 1959
<i>Penaeus setiferus</i>		Florida	WOODBURN et al. 1957
<i>Penaeus setiferus</i>		Nördl. Golf v. Mexiko	OVERSTREET 1973

Tab. 9: Erste Zwischenwirte von *Hysterothylacium spec.* (FORTSETZUNG).

1. ZWISCHENWIRT	Infiziert/ untersucht	REGION	QUELLE
ARTHROPODA (Fortsetz.)			
Decapoda			
<i>Penaeus setiferus</i>		Mississippi	NORRIS & OVERSTREET 1976
<i>Penaeus setiferus</i>		Florida	HUTTON 1964
<i>Penaeus stylirostris</i>	6/6	Südl. NW-Atlantik & Golf v. Mexi	HUTTON et al. 1959
<i>Penaeus vannamei</i>		Mexikanische Pazifikküste	FEIGENBAUM 1973
<i>Penaeus vannamei</i>		Mexikanische Pazifikküste	LAMOTHE-ARGUMEDO 1970
Seekrabben		Indien	KALYANKAR 1972
<i>Sicyonia dorsalis</i>	1/9	Südl. NW-Atlantik & Golf v. Mexi	HUTTON et al. 1959
<i>Sicyonia typica</i>	6/8	Südl. NW-Atlantik & Golf v. Mexi	HUTTON et al. 1959
<i>Solenocera atlantidis</i>	1/6	Südl. NW-Atlantik & Golf v. Mexi	HUTTON et al. 1959
<i>Trachypenaeus constrictus</i>	6/22	Südl. NW-Atlantik & Golf v. Mexi	HUTTON et al. 1959
<i>Trachypeneus similis</i>	6/16	Südl. NW-Atlantik & Golf v. Mexi	HUTTON et al. 1959
<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>		Florida & angrenz. Gewässer	HUTTON et al. 1962
Euphausiacea			
<i>Euphausia pacifica</i>		Beringsee, N-Pazifik	SHIMAZU & OSHIMA 1972
<i>Meganyctiphanes norvegica</i>		Nordsee	REIMER et al. 1971
<i>Nyctiphanes conchii</i>		Nordsee	NORRIS & OVERSTREET 1976
<i>Thysanoëssa inermis</i>		W-Schottland	LINDLEY 1977; SMITH 1971, 1963 a,b
<i>Thysanoëssa raschii</i>		E-Schottland	SMITH 1963 a,b
<i>Thysanoëssa raschii</i>	1/15	Beringsee, N-Pazifik	SHIMAZU & OSHIMA 1972
<i>Thysanoëssa raschii</i>	4/7	Norwegen	SVENDSEN 1980
Isopoda			
<i>Jaera albifrons ischiosetosa</i>	-	Experimentell	VALTER 1968
<i>Idothea triloba</i>	1/100	Halifax, Kanada	McCLELLAND 1990
Myiidaeceae			
<i>Erythrops erythrophthalma</i>		Neuschottland, Kanada	SCOTT 1957
<i>Mesopodopsis slabberi</i>	12/5351	Elbmündung (Nordsee)	NAGASAWA vorliegende Arbeit
<i>Mysis mixta</i>	-	Neuschottland, Kanada	SCOTT 1957; SCOTT & BLACK 1960
<i>Neomysis americana</i>	-	Neuschottland, Kanada	SCOTT 1957; SCOTT & BLACK 1960
<i>Neomysis integer</i>	1/34	Elbmündung (Nordsee)	NAGASAWA vorliegende Arbeit
<i>Neomysis integer</i>	10/1700	Elbmündung (Nordsee)	LICK vorliegende Arbeit
<i>Neomysis intermedia</i>	0,49%	Experimentell	YOSHINAGA et al. 1987
<i>Neomysis vulgaris</i>		Nordsee	BANNING 1967
ANDERE WIRBELLOSE			
CHAETOGNATHA			
<i>Sagitta bipunctata</i>		Neuseeland	BOYLE 1966
<i>Sagitta bipunctata</i>		Englischer Kanal	LEBOUR 1917
<i>Sagitta elegans</i>		Nordsee	REIMER et al. 1971
<i>Sagitta elegans</i>		Schottland	SMITH 1971
<i>Sagitta elegans</i>	52/7	Weißes Meer	KULACHKOVA 1970
<i>Sagitta euxina</i>		Schwarzes Meer	ELIAN 1960
<i>Sagitta friderici</i>		Marokkanische Atlantikküste	FURNESTIN 1957
<i>Sagitta hispida</i>		Mississippi	NORRIS & OVERSTREET 1976
<i>Sagitta inflata</i>		Mittelmeer	GHIRADELLI 1950
<i>Sagitta setosa</i>		Nordsee	REIMER et al. 1971
<i>Sagitta setosa</i>		Englischer Kanal	RUSSEL 1932
<i>Sagitta setosa</i>		Frankreich	VITTIELLO et al. 1970
<i>Sagitta spec.</i>		Florida	HUTTON 1964
<i>Sagitta spec.</i>		Nordsee	WÜLKER 1930; BANNING 1967
<i>Sagitta spec.</i>	-	Neuseeland	HURST 1984 a,b
<i>Sagitta spec.</i>		Mittelmeer	PIERANTONI 1914
<i>Sagitta tennisi</i>		Mississippi	NORRIS & OVERSTREET 1976
COELENTERATA			
Hydrozoa			
<i>Aglantha digitale</i>	4/7	Norwegen	SVENDSEN 1980
<i>Phialidium spec.</i>			WÜLKER 1930
<i>Polyorchis penicillatus</i>		Kalifornien	LICHTENFELS 1974
Scyphozoa			
<i>Ceriantharia</i>		Nördl. Kongo	SCHUURMANS STEKHOVEN & ALLGEN
Medusa			
	-	Neuseeland	HURST 1984 a,b

Tab. 9: Erste Zwischenwirte von *Hysterothylacium* spec. (FORTSETZUNG).

1. ZWISCHENWIRT	Infiziert/ untersucht	REGION	QUELLE
COELENTERATA (Fortsetz.)			
Ctenophora			
<i>Pleurobrachia pileus</i>	9/?	Norwegen	SVENDSEN 1990, BANNING 1967
<i>Pleurobrachia pileus</i>		Neuseeland	BOYLE 1966
ECHINODERMATA			
Asteroidea			
<i>Lucidia clathrata</i>		Mississippi	NORRIS & OVERSTREET 1976
MOLLUSCA			
Gastropoda			
<i>Cantharus cancellarius</i>		Mississippi	NORRIS & OVERSTREET 1976
<i>Cyclonassa neritea</i>		Schwarzes Meer	DOLGIKH 1966
<i>Nassa reticulata</i>		Schwarzes Meer	DOLGIKH 1966
<i>Thais hemastoma floridana</i>		Mississippi	NORRIS & OVERSTREET 1976
<i>Margarites groenlandicus</i>	-	Experimentell	VALTER 1968
Cephalopoda			
<i>Lolligunculla brevis</i>		Mississippi	NORRIS & OVERSTREET 1976
<i>Todarodes pacificus</i>		Japan	KIKUCHI et al. 1969; KOSUGI 1972
<i>Todarodes pacificus</i>		Japan	SHIRAKI 1969 a,b
ANNELIDA			
Polychaeta			
<i>Enoe nodosa</i>		Weißes Meer	POPOVA & VALTER 1967
<i>Gattiana cirrosa</i>	-	Weißes Meer	POPOVA & VALTER 1965, 1967
<i>Gattiana spec.</i>		Weißes Meer	POPOVA et al. 1964
<i>Harmothoe imbricata</i>	-	Großbritannien	McINTOSH 1900
<i>Harmothoe imbricata</i>		Ostsee	SCHULTZ 1911
<i>Harmothoe imbricata</i>		Weißes Meer	POPOVA & VALTER 1965, 1967
<i>Harmothoe imbricata</i>		Weißes Meer	USPENSKAYA 1963, VALTER 1968, 1970
<i>Harmothoe imbricata</i>		Experimentell	VALTER 1968
<i>Lepidonotus spec.</i>		Weißes Meer & experimentell	POPOVA et al. 1964
<i>Lepidonotus squamatus</i>		Weißes Meer	POPOVA & VALTER 1965, 1967
<i>Lepidonotus squamatus</i>	-	Experimentell	VALTER 1968
<i>Nereis helgolandica</i>		Weißes Meer	POPOVA & VALTER 1967
<i>Nereis pelagica</i>		Weißes Meer	POPOVA & VALTER 1967
<i>Nereis spec.</i>		Weißes Meer	POPOVA et al. 1964
<i>Tomopteris helgolandica</i>		Nordsee	REIMER et al. 1971

Tab. 10: Erste Zwischenwirte von *Pseudoterranova decipiens*.

1. ZWISCHENWIRT	Infiziert/ untersucht	REGION	QUELLE
ARTHROPODA			
Amphipoda			
<i>Caprella septentrionales</i>		Weißes Meer	VALTER 1978
<i>Gammarus lawrencianus</i>	3/2500	Neuschottland, Kanada	McCLELLAND 1990
<i>Marinogammarus obtusatus</i>		Weißes Meer	VALTER 1987
<i>Unciola irrorata</i>	1/500	Neuschottland, Kanada	McCLELLAND 1990
Decapoda			
<i>Sclerocrangon boreas</i>		Barentsee	USPENSKAYA 1963
Isopoda			
<i>Idothea neglecta</i>	1/84	Norwegen	BJØRGE 1979
Mysidacea			
<i>Mysis mixta</i> *	-	Neuschottland, Kanada	SCOTT & BLACK 1960
<i>Mysis stenolepsis</i> *	-	Neuschottland, Kanada	SCOTT & BLACK 1960
<i>Mesopodopsis slabberi</i>	1/5351	Elbmündung (Nordsee)	NAGASAWA vorliegende Arbeit
<i>Neomysis integer</i>	6/1700	Elbmündung (Nordsee)	LICK vorliegende Arbeit
CHAETOGNATHA			
Polychaeta			
<i>Lepidonotus squamatus</i>		Weißes Meer	VALTER & POPOVA 1974

* Bei den gefundenen Nematoden handelt es sich entweder um *P. decipiens* oder *Anusakis*; der Zwischenwirt ist daher unsicher.

Tab. 11: Erste Zwischenwirte von *Anisakis spec.*

1. ZWISCHENWIRT	Infiziert/ untersucht	REGION	QUELLE
ARTHROPODA			
Amphipoda			
<i>Caprella septentrionalis</i>	1/855	Barentsee	USPENSKAYA 1963
Euphausiacea			
<i>Euphausia nana</i>			SHIMAZU 1982
<i>Euphausia pacifica</i>	1/54000	Beringsee, N-Pazifik	SHIMAZU & OSHIMA 1972
<i>Euphausia pacifica</i>	1/28219	31°16'N, 126°52'E	KAGEI 1970
<i>Euphausia similis</i>	-	Experimentell	OSHIMA 1969, 1972
<i>Euphausia valentini</i>			KAGEI 1979
<i>Meganyctiphanes norvegica</i>	1/3178	Nördl. Nordsee	BANNING (in SMITH 1971)
<i>Meganyctiphanes norvegica</i> **	-	Nordsee	SLUITERS 1974
<i>Nyctiphanes australis</i> **	-	Neuseeland	HURST 1984 a,b
<i>Nyctiphanes conchii</i>	-	E-Schottland	SMITH 1983 a,b
<i>Thysanoëssa spp.</i>	0-4,0% (78%)	Nördl. Nordsee	SMITH 1983 a,b
<i>Thysanoëssa inermis</i>	0-4,0%	E-Schottland	LINDLEY 1977; SMITH 1971, 1983 a,b
<i>Thysanoëssa inermis</i>	-	Nordsee	SLUITERS 1974
<i>Thysanoëssa longipes</i>	2/405	N-Pazifik, Beringsee	OSHIMA et al. 1969
<i>Thysanoëssa longicaudata</i>	3/950	N-Schottland & Faröer Inseln	SMITH 1971
<i>Thysanoëssa pacifica</i>	2/28219	Ostchinesisches Meer	KAGEI 1974
<i>Thysanoëssa raschii</i>	0-1,3%	E-Schottland	SMITH 1983 a,b
<i>Thysanoëssa raschii</i>	3/121	N-Pazifik, Beringsee	OSHIMA et al. 1969
<i>Thysanoëssa raschii</i>	1/990	Barentsee	USPENSKAYA 1963
<i>Thysanoëssa raschii</i>	-	Nordsee	SLUITERS 1974
Mydacea			
<i>Mesopodopsis slabberi</i>	-	W-Schottland	MAKINGS 1981
<i>Mysis mixta</i> *	-	Neuschottland, Kanada	SCOTT & BLACK 1960
<i>Mysis stenolepis</i> *	-	Neuschottland, Kanada	SCOTT & BLACK 1960
Decapoda			
<i>Hyas araneus</i>	1/990	Barentsee	USPENSKAYA 1963
<i>Munida gregaria</i>	-	Neuseeland	HURST 1984 a,b
<i>Pandalus borealis</i>	5/5046	Japan	SHIRAKI et al. 1976
<i>Pandalus kessleri</i>	2/724	Japan	SHIRAKI et al. 1976
CHAETOGNATHA			
Polychaeta			
<i>Sagitta elegans</i> ***		Nordsee	REIMER et al. 1971***

* Bei den gefundenen Nematoden handelt es sich entweder um *P. decipiens* oder *Anisakis spec.*; der Zwischenwirt ist daher unsicher.

** Indirekt über Fischnahrung nachgewiesen.

*** Nach SMITH & WOOTTEN (1978a) könnte es sich auch um eine andere Nematodenart handeln.

Tab. 12: Erste Zwischenwirte von *Contracaecum osculatum* (= *Contracaecum*-Larve Typ B).

1. ZWISCHENWIRT	Infiziert/ untersucht	REGION	QUELLE
ARTHROPODA			
Amphipoda			
<i>Macrohectopus branickii</i> *		Baikalsee, UdSSR	SUDARIKOV & RYZHIKOV 1951
Euphausiacea			
<i>Euphausia pacifica</i>	1/54000	Beringsee, N-Pazifik	SHIMAZU & OSHIMA 1972

* = *Contracaecum osculatum baicalensis*

3.2 Material und Methoden

Zur Auffindung des 1. Zwischenwirtes anisakider Nematoden wurden am 28.1.1990 auf Station 1 in der Elbmündung Kleinkrebse mit einem Planktonnetz (1 m Durchmesser, 335 µm Maschenweite) gesammelt. Das Plankton wurde in Seewasser aufbewahrt und überlebte im Kühlschrank bei 4°C mehrere Tage.

Unter dem Binokular wurden die einzelnen Familien bzw. Arten der Planktonkrebse aussortiert. Insgesamt wurden 1700 Mysidaceen (*Neomysis integer*), 100 Corophien (Amphipoda) und 100 Ruderfußkrebse (Copepoda) untersucht. Die Untersuchung erfolgte zum einen an lebenden Crustaceen unter dem Binokular, zum anderen wurde eine definierte Anzahl der verschiedenen Gruppen bei Raumtemperatur in Pepsin (pH 1-2) verdaut. Die Corophien wurden unter einem Deckglas gequetscht, da sonst der stark pigmentierte Panzer eine gute Durchsicht verhindert.

Als Gastwissenschaftler des Institutes für Meereskunde untersuchte K. NAGASAWA im Frühjahr 1989 weitere 7922 Krebse aus 4 Ordnungen und 12 Arten auf Parasiten. Die Ergebnisse werden hier mit vorgestellt.

3.3 Ergebnisse

In lebenden Mysidaceen sind vorhandene Nematoden bei sorgfältiger Betrachtung deutlich im Coelom des Carapax zu erkennen (Abb. 8). Bei der Pepsinverdauung frischer Crustaceen bei Raumtemperatur verlassen die Nematoden nach einiger Zeit den Wirt. Larven der Art *Pseudoterranova decipiens* überleben die Verdauung mindestens 24 h, während *Hysterothylacium*-Larven nach dieser Zeit bereits verendet waren. Die Crustaceen waren nach einer 24-stündigen Pepsinbehandlung zwar abgestorben, aber nur leicht angedaut.

Die Ergebnisse der Planktonuntersuchungen sind in Tab. 13 zusammengefaßt. In den insgesamt 1700 untersuchten Individuen von *Neomysis integer* im Januar 1990 fanden sich 10 Larven von *Hysterothylacium aduncum* und 5 Larven von *Pseudoterranova decipiens* (Abb. 9). Das entspricht einer Befallsrate von 0,6% bzw. 0,3%. In jedem Krebs befand sich maximal eine Nematodenlarve. Larven der Gattung *Anisakis* waren nicht vorhanden. Im Mai 1989 fand sich in 96 Schwimmgarnelen der gleichen Gattung eine *Hysterothylacium*-Larve (Befallsrate: 1%). Zu dieser Zeit dominierte in den Planktonfängen jedoch die Mysidaceenart *Mesopodopsis slabberi*. In den insgesamt 5351 Individuen konnten 12 *Hysterothylacium*- (0,2%) und 1 *Pseudoterranova*-Larve (0,02%) nachgewiesen werden. In einer unidentifizierten *Praunus*-Art wurde außerdem eine Larve von *Paracuarria tridentata* identifiziert.

Alle anderen untersuchten Krebsordnungen wiesen keine Nematodenlarven auf (Tab. 13). In den Copepoden wurde eine Trematodenlarve (*Digenea*) festgestellt.



Abb. 8: *Hysterothylacium*-Larve in *Neomysis integer* (Mysidacea).



Abb. 9: *Pseudoterranova decipiens* aus *Neomysis integer*.

Tab. 13: Nematodenlarven in Crustaceen des Wattenmeeres.

ORDNUNG, Art	FANGGEBIET	FANG-DATUM	ANZAHL UNTERSUCHT	ANZAHL GEFUNDENER NEMATODEN		
				Hys	Psd	Par
MYSIDACEA						
<i>Neomysis integer</i> **	Elbmündung	28.1.90	1700	10	5	-
<i>Praunus neglectus</i>	Eidermündung	25.4.89	4	-	-	1 *
<i>Praunus flexosus</i>	Eidermündung	25.4.89	3	-	-	-
<i>Neomysis integer</i>	Büsum	29.4.89	5	-	-	-
<i>Neomysis integer</i>	Elbmündung, Cuxhaven	4.5.89	34	1	-	-
<i>Mesopodopsis slabberi</i>	Elbmündung, Cuxhaven	4.5.89	7	-	-	-
<i>Paramysis spiritus</i>	Elbmündung, Cuxhaven	4.5.89	2	-	-	-
<i>Neomysis integer</i>	Elbmündung, Brunsbüttel	11.5.89	62	-	-	-
<i>Mesopodopsis slabberi</i>	Elbmündung, Brunsbüttel	11.5.89	5351	12	1	-
GAMMERIDEA						
<i>Corophium spec.</i> **	Elbmündung	28.1.90	100	-	-	-
<i>Gammarus locusta</i>	Westerhever	15.4.89	3	-	-	-
<i>Gammarus oceanicus</i>	Westerhever	15.4.89	3	-	-	-
<i>Gammarus salinus</i>	Eidermündung	15.4.89	237	-	-	-
<i>Corophium volutator</i>	Friedr.-Schwienskoop	23.4.89	652	-	-	-
<i>Gammarus salinus</i>	Kieler Förde	25.4.89	20	-	-	-
<i>Gammarus oceanicus</i>	Kieler Förde	25.4.89	5	-	-	-
<i>Gammarus locusta</i>	Kieler Förde	25.4.89	4	-	-	-
<i>Gammarus oceanicus</i>	Kieler Förde	25.4.89	4	-	-	-
<i>Gammarus finmarchicus?</i>	Büsum	29.4.89	105	-	-	-
<i>Gammarus locusta</i>	Büsum	29.4.89	15	-	-	-
COPEPODA						
Unidentifiziert **	Elbmündung	28.1.90	100	-	-	-
DECAPODA						
<i>Crangon crangon</i>	Elbmündung (Stat. 3 & 5)	11.4.89	986	-	-	-
<i>Crangon crangon</i>	Eidermündung (Stat. 11)	25.4.89	66	-	-	-
<i>Crangon crangon</i>	Elbmündung, Brunsbüttel	11.5.89	156	-	-	-
<i>Crangon crangon</i>	Norderstedt (Stat. 42)	22.5.89	185	-	-	-
BRACHYURA						
<i>Carcinus maenas</i>	Westerhever	15.4.89	3	-	-	-
<i>Carcinus maenas</i>	Eidermündung	15.4.89	3	-	-	-
<i>Carcinus maenas</i>	Friedr.-Schwienskoop	23.4.89	2	-	-	-
<i>Carcinus maenas</i>	Eidermündung (Stat. 11)	25.4.89	5	-	-	-

* *Praunus spec.*

** Daten des Verfassers; alle anderen Daten von K. NAGASAWA

3.4 Diskussion

In vorliegender Arbeit konnten die Mysidaceenarten *Neomysis integer* und *Mesopodopsis slabberi* als natürliche erste Zwischenwirte für die Nematodenarten *Pseudoterranova decipiens* und *Hysterothylacium aduncum* in der Elbmündung nachgewiesen werden. Für das Wattenmeer handelt es sich hier um den ersten Nachweis von Krebsen als Zwischenwirt für *Pseudoterranova*.

Der einzige sonst bekannte, wenn auch nicht sichere Nachweis von *P. decipiens* aus Mysidaceen stammt von SCOTT & BLACK (1960). Sie fanden in 8500 Mysidaceen verschiedener Arten insgesamt 110 Nematodenlarven. Hiervon gehörten 105 der Gattung *Contracaecum* (= *Hysterothylacium*?) an. Die verbleibenden 5 Nematoden konnten nicht mit Sicherheit identifiziert werden. Sie stellen nach Meinung der Autoren entweder *Pseudoterranova*- oder *Anisakis*-Larven dar. Vier dieser Larven wurden in den Krebsarten *Mysis mixta* und *M. stenolepsis* gefunden. Die in vorliegender Arbeit identifizierten Schwimmgarnelen *Neomysis integer* und *Mesopodopsis slabberi* ergänzen somit die Liste der Zwischenwirte für *P. decipiens* um zwei weitere Krebsarten (vgl. Tab. 10) und stellen den ersten sicheren Nachweis von *P. decipiens* in Mysidaceen dar.

Auch für *Hysterothylacium aduncum* konnten die Schwimmgarnelen *Neomysis integer* und *Mesopodopsis slabberi* als Zwischenwirt erstmals nachgewiesen werden. In Neuschottland (Kanada) ist dieser Nematode aus den Mysidaceen *Neomysis americana*, *Erythrops erythrophthalma* und *Mysis mixta* (SCOTT 1957; SCOTT & BLACK 1960), in der Nordsee aus *N. vulgaris* bekannt (BANNING 1967).

Mysidaceen spielen wegen ihres hohen Anteils an der Biomasse von Zooplankton und Zoobenthos eine bedeutende Rolle als Fischnahrung (FIEDLER 1991). Es kommt ihnen somit trotz der geringen Befallsraten mit Nematodenlarven (unter 1%) eine wesentliche Funktion als Überträger fischpathogener Nematoden in diesem Gebiet zu.

Andere Krebsordnungen wie Amphipoden, Copepoden, Decapoden und Brachyura wiesen im Untersuchungsgebiet keine Nematoden auf. Sie wurden jedoch zum Teil nur in geringer Stückzahl untersucht, so daß offen bleibt, ob ihnen eine Rolle als erster Zwischenwirt zukommt. Ungeklärt bleibt auch die Rolle von Mikroinvertebraten (z.B. Copepoden) als Transportwirt. McCLELLAND (1990) konnte experimentell zeigen, daß eine Infektion von Makroinvertebraten (Amphipoden) mit mit *Pseudoterranova*-Larven infizierten Copepoden um ein vielfaches erfolgreicher verläuft als eine direkte Infektion mit Nematodenlarven. Der zeitliche Abstand der in vorliegender Arbeit genommenen Planktonproben von einem halben Jahr und der Befund, daß im Frühjahr *Mesopodopsis slabberi*, im Winter hingegen *Neomysis integer* als Zwischenwirt für *Pseudoterranova* auftraten, läßt saisonelle Schwankungen vermuten, die durch weitere Untersuchungen zu bestätigen wären.

Unerklärt bleibt das Phänomen, daß Fische, insbesondere Stint und Seeskorpion, im Bereich der Elbmündung wesentlich stärker mit *Pseudoterranova* befallen sind als in anderen Gebieten des Wattenmeeres (KERSTAN 1991). Ein direkter Zusammenhang mit der Populationsdichte des Endwirtes Seehund ist nicht nachzuweisen. Seehunde waren beispielsweise 1989 im Bereich von Amrum 4-7 mal häufiger gezählt worden als vergleichsweise im Bereich der Elbmündung (THIEL 1990). Der Nematodenbefall erwähnter Fischarten war bei Amrum jedoch wesentlich geringer. Es liegt nahe, den Schlüssel für diese Ungereimtheit in den Krebsen als ersten Zwischenwirten zu vermuten. Unter diesem Aspekt, wie auch in Anbetracht der intensiven Krabbenfischerei im Wattenmeer und der Infektiosität anisakider Nematoden für die menschliche Gesundheit kommt der Klärung der Rolle verschiedener Krebsarten im Entwicklungszyklus fischpathogener Nematoden eine besondere Bedeutung zu. Erforderlich wäre eine umfassende Untersuchung regionaler und saisonaler Aspekte im Nematodenbefall von Wirbellosen des Wattenmeeres über mindestens einen Jahreszyklus.

4 Nematoden in Fischen der Elbmündung

4.1 Einleitung

Ziel dieser Untersuchung war die Klärung der Frage, durch welche Fischarten sich marine Säuger mit Nematodenarten infizieren. Der Schwerpunkt lag daher auf solchen Nematodenarten, für die Robben oder Wale als Endwirt fungieren. Zusätzlich wurden jedoch auch alle anderen Nematodenarten miteerfaßt.

Pseudoterranova decipiens war zuvor im Wattenmeer aus 5 Fischarten bekannt. MÖLLER (1984) und MÖLLER et al. (1988, 1991) nennen Kabeljau (Befallsrate: 19%), Aal (9% bzw. 58%), Seeskorpion (33%), Flunder (20%) und Stint (bis 73%). Detaillierte Untersuchungen über regionale und saisonelle Unterschiede in der Befallsdynamik von Stint und Seeskorpion im deutschen Wattenmeer wurden parallel zu der vorliegenden Arbeit von KERSTAN (1991) erhoben. Trotz der Vermutung, daß diese Nematodenart ein weit größeres Spektrum von Fischarten im Wattenmeer befällt (MÖLLER 1984), fehlen bisher einschlägige Untersuchungen.

Fischzwischenwirte von *Contracaecum osculatum*, einem Nematoden der in Robben geschlechtsreif wird, waren im Wattenmeer bisher unbekannt. Aus diesem Grund wurde zusätzlich besonderes Augenmerk auf das Auffinden dieser Art gelegt. Die Identifizierung gefundener Larven wurde durch Kultivierung im Reagenzglas abgesichert. Eine Unterscheidung gegenüber der morphologisch sehr ähnlichen Art *Hysterothylacium aduncum* erfolgte ergänzend durch die unterschiedliche Wärmetoleranz der beiden Arten.

Anisakis-Larven treten vor allem in pelagischen Fischarten auf. In der Elbmündung werden Kabeljau, Seeskorpion und Flunder (MÖLLER et al. 1988) sowie der Stint als Wirt genannt (JARLING 1982; MÖLLER & KLATT 1990).

4.2 Material und Methoden

Es sollten nach Möglichkeit jeweils 100 Individuen der im Wattenmeer häufig vorkommenden Fischarten untersucht werden. Um regionale Unterschiede auszuschließen, beschränkte sich die Probennahme auf den weiteren Bereich der Elbmündung. Nach Voruntersuchungen war dort mit dem größten Befall zu rechnen, und außerdem konnten neben marinen auch limnische Fischarten beschafft werden. Insgesamt wurden 2434 Individuen aus 41 Arten im Zeitraum 1989 und 1990 untersucht (Tab. 14). Das Material wurde während regelmäßiger Probennahmen im Rahmen dieses Projektes auf den Stationen 3 und 5 (Abb. 10) gesammelt. Die Fische wurden an Bord mit Hilfe von Trockeneis oder einer transportablen Tiefkühltruhe kühl gelagert und sobald wie möglich eingefroren. Zudem gelangten Fische vom Kühlwassereinlaufrechen des Kernkraftwerkes Brunsbüttel zur Untersuchung (Abb. 10).

Zur Bearbeitung wurde das Material über Nacht in einem Kühlschrank aufgetaut. Nach Erfassung der biologischen Daten (Länge, Totalgewicht, Schlachtgewicht) wurde das Filet auf einem handelsüblichen Leuchttisch (Firma Nordischer Maschinenbau, R. Baader GmbH) auf Parasiten hin untersucht. Die Eingeweide wurden nach Ausnehmen der Fische in physiologische Kochsalzlösung gelegt und noch am gleichen Tag unter dem Binokular qualitativ und quantitativ auf Parasiten durchgesehen.

Die Otolithen der Fische wurden zur Anlage einer Vergleichssammlung für die Nahrungsanalysen an marinen Säugern aufbewahrt (Kap. 6).

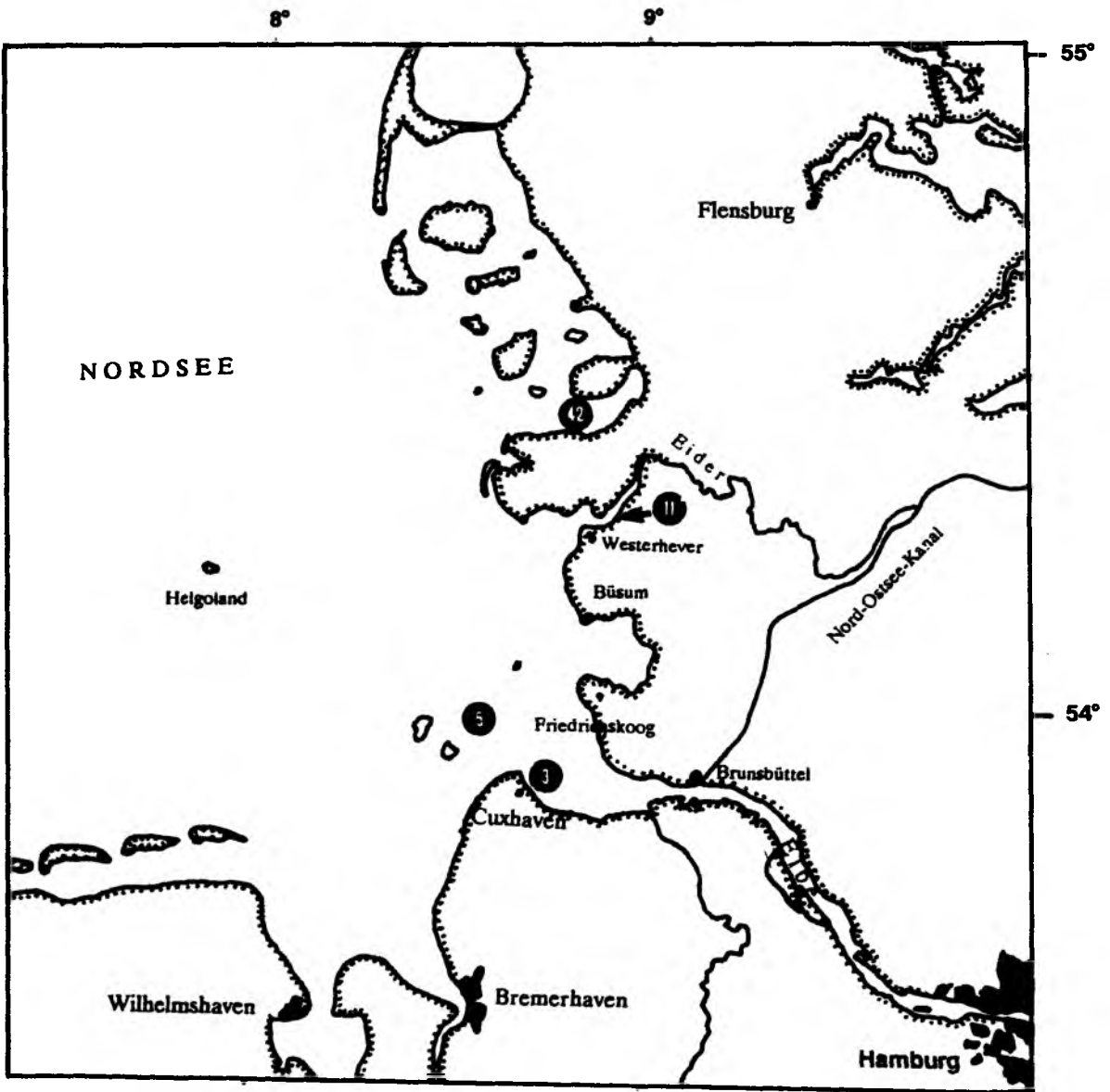


Abb. 10: Fischereistationen (Stat. 3: 53°52'30 N, 8°44'13 E; Stat. 5: 53°57'70 N, 8°34'81 E; Stat. 11: 54°16'35 N, 8°54'15 E; Stat. 42: 54°26'50 N, 8°49'00 E).

Tab. 14: Anzahl der aus der Elbmündung auf Nematoden untersuchten Fischarten.

FISCHART		Fischlänge (cm) (Min.-Max.)	Anzahl untersucht
Aal	<i>Anguilla anguilla</i>	19-67	101
Aalmutter	<i>Zoarces viviparus</i>	10-28	94
Aland	<i>Leuciscus idus</i>	24-34	3
Bachforelle	<i>Salmo trutta f.fario</i>	14-26	19
Brassen	<i>Abramis brama</i>	35-36	4
Butterfisch	<i>Pholis gunelus</i>	11-26	8
Finte	<i>Alosa fallax</i>	7-44	27
Flunder	<i>Platichthys flesus</i>	14-33	199
Flußbarsch	<i>Perca fluviatilis</i>	24-26	2
Glattbutt	<i>Scophthalmus rhombus</i>	13-24	13
Hering	<i>Clupea harengus</i>	7-23	138
Kabeljau	<i>Gadus morhua</i>	13-60	165
Kaulbarsch	<i>Acerina cernua</i>	18-21	22
Kliesche	<i>Limanda limanda</i>	16-29	121
Knurrhahn, Grauer	<i>Eutrigla gurnardus</i>	9-27	15
Leierfisch, Gestreifter	<i>Callionymus lyra</i>	16	1
Makrele	<i>Scomber scombrus</i>	34	1
Meeräsche, Dünnlippige	<i>Mugil capito</i>	11-21	19
Neunauge, Fluß-	<i>Lampetra fluviatilis</i>	28-29	3
Plötze	<i>Rutilus rutilus</i>	35-36	4
Rotfeder	<i>Scardinius erythrophthalmum</i>	11-25	7
Sandaal, Kleiner	<i>Anmodytes lancea</i>	13-19	110
Sandgrundel	<i>Pomatoschistus minutus</i>	3-8	46
Scheibenbauch, Großer	<i>Liparis liparis</i>	8-13	152
Scholle	<i>Pleuronectes platessa</i>	10-23	151
Seehase ***	<i>Cyclopterus lumpus</i>	8-31	7
Seenadel, Kleine	<i>Syngnathus rostellatus</i>	9-16	70
Seequappe, Fünfbärtelige	<i>Ciliata mustela</i>	9-24	78
Seeskorpion	<i>Myoxocephalus scorpius</i>	15-29	100
Seestichling	<i>Spinachia spinachia</i>	14	1
Seezunge	<i>Solea solea</i>	10-24	107
Sprotte	<i>Sprattus sprattus</i>	7-14	100
Steinbutt	<i>Psetta maxima</i>	12-25	17
Steinpicker	<i>Agonus cataphractus</i>	10-17	102
Stichling, Dreistacheliger	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	5-7	100
Stint	<i>Osmerus eperlanus</i>	14-24	155
Stöcker	<i>Trachurus trachurus</i>	5-6	3
Wittling	<i>Merlangius merlangus</i>	7-26	106
Zander **	<i>Stizostedion lucioperca</i>	10-45	48
Zope	<i>Abramis ballerus</i>	15-27	2
Zwergdorsch	<i>Trisopterus minutus</i>	14-20	13
GESAMT:			2434

** z.T. auch aus dem Nord-Ostsee-Kanal

*** aus dem Nord-Ostsee-Kanal

Zum Nachweis der Fischzwischenwirte von *Contracaecum osculatum* wurden zwei Wege verfolgt. Zunächst wurde das vorher beschriebene gefrorene Fischmaterial aus der Elbmündung untersucht. Da jedoch *Contracaecum* als L3-Larve stark den Larven von *Hysterothylacium* ähnelt, wurde bei den Fischarten, bei denen diese Larven in großer Anzahl identifiziert wurden, auch frisches Fischmaterial hinzugezogen, um die Befunde mit Hilfe von Wärmeresistenzversuchen und Kultivierung der gewonnenen Nematoden im Reagenzglas zu bestätigen.

Die Gewinnung lebender Nematoden erfolgte hierbei nach zwei Methoden:

- (a) Verdauung der Fischeingeweide durch Pepsin (pH 1,6; Temperatur 27°C; Verdauzeit 12-16h).
- (b) Einlegen der frischen Fische in Salzwasser (1-2% NaCl) bei Raumtemperatur. Nach 24 h war ein Großteil der Nematoden aus den Eingeweiden und dem Filet in das freie Wasser ausgewandert und konnte mit einem Sieb aufgesammelt werden (vgl. Kap. 8.3).

Die Toleranz von Nematoden aus verschiedenen Fischarten gegenüber Hitze wurde wie folgt getestet: Zum einen wurden lebende Nematoden in 15ml-Rollrandgläschen, gefüllt mit 0,9%iger Kochsalzlösung, gegeben und in einem Brutschrank bei 37°C erwärmt, zum anderen wurden die Nematoden direkt in ein Wasserbad von 37°C gegeben. Die Überlebensrate wurde in Abständen von jeweils einer Stunde registriert.

Zur genauen Identifizierung wurden die gewonnenen *Contracaecum*-Larven nach der Methode von McCLELLAND & RONALD (1974 a) in Eagles Minimum-Medium, 20% fötalem Kälberserum und unter Zugabe der Antibiotika Penicillin, Streptomycin und Kanamycin bei pH 7,2 in einem Brutschrank bei 37°C kultiviert. Parallel dazu wurden L3-Larven von *Anisakis* und *Pseudoterranova* in dem gleichen Medium sowie nach der Methode von BANNING (1971) und GRABDA (1976) in frischem Rinderleberextrakt bei pH 3 und pH 5 unter Zugabe einiger Tropfen Blut gezüchtet. Das Medium und Blut wurden täglich gewechselt.

4.3 Ergebnisse

In 32 der 41 untersuchten Fischarten fanden sich Nematoden (Tab. 16). Von den 9 nematodenfreien Fischarten wurden bis auf Meeräsche und Rotfeder allerdings weniger als 5 Individuen untersucht.

Insgesamt wurden 15 Nematodenarten identifiziert. Davon kamen 3 Arten (*Pseudoterranova*, *Anisakis*, *Hysterothylacium*) in der Muskulatur der Fische vor (Tab. 17). Neun Arten infizierten die Mesenterien und/oder Organe der Leibeshöhle, 6 Arten waren im Magen- oder Darmlumen zu finden (Tab. 18).

Die meisten Nematodenarten fanden sich in den Plattfischen Scholle (7 Arten) und Flunder (6 Arten). Aal, Bachforelle, Hering, Kaulbarsch, Kabeljau, Seeskorpion und Stint wiesen jeweils zwischen 3 und 5 Nematodenarten auf (Tab. 16).

Die am häufigsten vorkommenden Nematodenarten waren *Hysterothylacium aduncum* (in 30 Fischarten) und *Pseudoterranova decipiens* (in 20 Fischarten). In 12 Fischarten fanden sich

Magengranulome, aus denen mit Hilfe von Pepsinverdauung die drei Arten *Cosmocephalus obvelatus*, *Paracuaria tridentata* und *Hysterothylacium sp. cf. cornutum* isoliert werden konnten.

Drei Nematodenarten (*Pseudoterranova decipiens*, *Anisakis simplex*, *Contracaecum osculatum*) werden in marinen Säugern geschlechtsreif, zwei in Vögeln (*Cosmocephalus*, *Paracuaria*). Die restlichen 10 Wurmarten haben Fische als Endwirte (Tab. 15).

Die Anzahl der für die Fischwirtschaft relevanten Nematodenarten (weil sichtbar oder humanpathogen) beschränkt sich auf 5 Arten: *Pseudoterranova*, *Anisakis*, *Contracaecum*, *Hysterothylacium* und *Anguillicola*. Die drei erstgenannten stellen lebend verzehrt eine Gefahr für die menschliche Gesundheit dar.

Eine Übersicht über die Befallsraten und Befallsintensitäten der untersuchten Fischarten mit den Nematodenarten im Filet und der Leibeshöhle geben die Tabellen 16 bis 19.

Tab. 15: Übersicht der Zwischen- und Endwirte der bei Fischen der Elbmündung gefundenen Nematoden.

NEMATODENART	1. ZWISCHENWIRT	2. ZWISCHENWIRT	ENDWIRT
<i>Anguillicola crassus</i>	Copepoda	entfällt	Fisch (Aal)
<i>Anisakis simplex</i>	Crustacea	Fisch, Tintenfisch	Marine Säuger (Wale)
<i>Ascarophis spec.</i>	große Crustacea	entfällt	Fisch
	<i>Pagurus spec.</i>		
<i>Camallanus spec.</i>	Crustacea	entfällt	Fisch
<i>Capillaria spec.</i>	Crustacea	entfällt	Fisch
<i>Contracaecum osculatum</i>	Crustacea	Fisch	Marine Säuger (Robben)
<i>Cosmocephalus obvelatus</i>	Gammaridae	Fisch	Vögel
<i>Cuculanellus minutus</i>	Crustacea	entfällt	Plattfische
<i>Cucullanus cirratus</i>	cyclopide Crustacea	entfällt	Fisch
<i>Cuculanellus heterochrous</i>	cyclopide Crustacea	entfällt	Plattfische
<i>Goezia spec.</i>	Crustacea	entfällt	Fisch
<i>Hysterothylacium cf. cornutum</i>	Crustacea	Fisch	Fisch
<i>Hysterothylacium aduncum</i>	Mysidacea, Copepoda	Fisch	Fisch
	Gammaridae		
<i>Paracuaria tridentata</i>	Crustacea	Fisch	Vögel
<i>Pseudoterranova decipiens</i>	Mysidacea	Fisch	Marine Säuger (Robben)

Tab. 16: Befallsrate (%) der aus der Elbmündung auf Nematoden untersuchten Fische (nicht nach Organen unterschieden). Abkürzungen siehe Seite 6.

FISCHART	Pad	Ani	Con	Hys	Ang	Goz	MGran	Asc?	Cos Par Hys-c	Cel-m	Cuc-h	Cuc-c	Cap	Cem	Cuc spec
Aal	9	-	-	5	73	11	9	-	-	-	-	-	-	-	-
Aalmutter	-	-	-	62	-	-	6	-	+	-	-	-	-	-	-
Aland *	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bechforelle	25	-	-	40	-	-	11	5	-	-	-	-	-	-	-
Brassen *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Butterfisch *	-	-	-	44	-	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Finte	4	-	-	92	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-
Flunder	11	-	-	16	-	-	53	-	-	5	40	-	11	-	-
Flußbarsch *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	-
Glettbutt	-	-	-	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hering	4	1	37	18	-	-	15	-	27	-	-	-	-	-	-
Kabeljau	31	1	17	86	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-	-
Kaulbarsch	64	-	-	41	-	-	100	-	18	-	-	-	-	-	-
Kiesche	4	-	-	14	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Krummhörn, Grauer	-	-	-	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Laternfisch, Gestreifter *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Makrele *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Meeräsche, Dünnschuppige	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Neunaugen, Fluß- *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Plötze *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flotfleder *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sandaal, Kleiner	-	-	-	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sandgrundel	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scheibenbauch, Großer	5	-	-	38	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scholle	8	-	-	17	-	1	-	-	-	4	55	-	24	-	18
Seehase *, ***	14	-	-	86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Seenadel, Kleine	4	-	-	70	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-
Seesuppe, Fünfbärtige	4	-	-	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Seeskorpien	75	-	-	82	-	6	2	-	+	-	-	-	-	-	-
Seestichling *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Seespinne	-	-	-	5	-	-	1	-	+	-	2	-	-	-	-
Sprotte	-	-	1	96	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Steinbutt	18	-	-	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Steinpicker	9	-	-	52	-	-	-	-	-	-	-	-	59	-	-
Stichling, Dreistacheliger	1	-	-	58	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Stint	68	-	-	88	-	-	96	-	85	-	-	-	-	-	-
Stöcker *	-	-	-	66	-	-	33	-	33	-	-	-	-	-	-
Wittling	-	-	17	88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zander **	10	-	-	42	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-
Zope *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zwergdorsch	-	-	-	92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* weniger als 10 Fische untersucht

** z.T. auch aus dem Nord-Ostsee-Kanal

*** aus dem Nord-Ostsee-Kanal

+ nicht quantifiziert

Tab. 17: Befallsrate (BR %) und mittlere (maximale) Befallsintensität mit Nematoden in der Muskulatur bei Fischen aus der Elbmündung.

FISCHART	<i>Pseudoterranova</i>		<i>Anisakis</i>		<i>Hysterothylacium</i>	
	BR %	Intensität	BR %	Intensität	BR %	Intensität
Aal	7	5,9 (31)	-	-	-	-
Aalmutter	-	-	-	-	-	-
Aland *	33	1,0 (1)	-	-	-	-
Bachforelle	5	1,5 (2)	-	-	-	-
Brassen *	-	-	-	-	-	-
Butterfisch *	-	-	-	-	-	-
Finte	4	1,0 (1)	-	-	-	-
Flunder	11	1,2 (2)	-	-	-	-
Flußbarsch *	-	-	-	-	-	-
Glattbutt	-	-	-	-	-	-
Hering	4	1,0 (1)	-	-	-	-
Kabeljau	31	3,0 (20)	-	-	1	1,3 (2)
Kaulbarsch	64	2,6 (6)	-	-	-	-
Kliesche	3	1,3 (2)	-	-	-	-
Knurrhahn, Grauer	-	-	-	-	-	-
Leierfisch, Gestreifter *	-	-	-	-	-	-
Makrele *	-	-	-	-	-	-
Meeräsche, Dünnlippige	-	-	-	-	-	-
Neunauge, Fluß- *	-	-	-	-	-	-
Plötze *	-	-	-	-	-	-
Rotfeder *	-	-	-	-	-	-
Sandaal, Kleiner	-	-	-	-	-	-
Sandgrundel	-	-	-	-	2	1,0 (1)
Scheibenbauch, Großer	5	1,0 (1)	-	-	2	1,0 (1)
Scholle	8	1,0 (1)	-	-	-	-
Seehase *, ***	14	2,0 (2)	14	1,0 (1)	14	1,0 (1)
Seenadel, Kleine	-	-	-	-	-	-
Seequappe, Fünfbärtelige	4	3,0 (5)	-	-	-	-
Seeskorpion	74	5,5 (42)	-	-	-	-
Seestichling *	-	-	-	-	-	-
Seezunge	-	-	-	-	-	-
Sprotte	-	-	-	-	1	1,0 (1)
Steinbutt	12	3,0 (5)	-	-	-	-
Steinpicker	9	1,8 (3)	-	-	-	-
Stichling, Dreistacheliger	-	-	-	-	-	-
Stint	68	2,0 (8)	-	-	-	-
Stöcker *	-	-	-	-	-	-
Wittling	-	-	-	-	-	-
Zander **	10	5,4 (15)	-	-	-	-
Zope *	-	-	-	-	-	-
Zwergdorsch	-	-	-	-	-	-

* weniger als 10 Fische untersucht

** z.T. auch aus dem Nord-Ostsee-Kanal

*** aus dem Nord-Ostsee-Kanal

Tab. 18. Befallsrate (%) und (mittlere Intensität) mit Nematoden in der **Leibeshöhle** bei Fischen aus der Elbmündung.

FISCHART	MESENTERIEN und ORGANE der LEIBESHÖHLE									DARMLUMEN						
	Psd	Ani	Con	Hys	Ang	Goe	MGran	Cuc spec	Cos Par Hys-r	Hys	Cel-m	Cuc-h	Cuc-c	Cap	Cam	Asc?
Aal	3 (4,0)	-	-	3 (1,0)	73(5,4)	11(8,8)	9(47,1)	-	-	1 (2,0)	-	-	-	-	-	-
Aalmutter	-	-	-	53(2,6)	-	-	6(21,2)	-	Cos ##	14(1,2)	-	-	-	-	-	-
Aland *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bachforelle	15(1,3)	-	-	-	-	-	11	-	-	40(2,9)	-	-	-	-	-	5 (3,0)
Brassen *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Butterfisch *	-	-	-	40(2,3)	-	1? (1,0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Finte	-	-	-	48(2,2)	-	-	-	-	4 (##)	70(5,6)	-	-	-	-	-	-
Flunder	-	-	-	11(1,0)	-	-	53(1,0)	-	-	7 (1,0)	5 (1,0)	40(1,1)	-	11(1,0)	-	-
Flußbarsch *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50(1,0)	-
Glattbutt	-	-	-	54(1,3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hering	-	1 (4,0)	3?(1,0)	18(1,6)	-	-	15(1,1)	-	27(1,0)	-	-	-	-	-	-	-
Kabeljau	9 (1,8)	1 (1,0)	1 (1,0)	67(3,4)	-	-	1 (1,0)	-	-	60(2,6)	-	-	2 (1,0)	-	-	-
Kaulbarsch	-	-	-	41(4,2)	-	-	100(68)	-	18(24,3)	-	-	-	-	-	-	-
Kliesche	2 (1,0)	-	-	10(1,2)	-	3 (1,3)	-	-	-	8 (2,1)	-	-	-	-	-	-
Knurrhahn, Grauer	-	-	-	33(3,4) #	-	-	-	-	-	33(3,4) #	-	-	-	-	-	-
Leierfisch, Gestreifter *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Makrele *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Meerasche, Dunnlippige	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Neunauge, Fluß- *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Plötze *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rotfeder *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sandaal, Kleiner	-	-	-	42(1,5)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sandgrundel	-	-	-	8 (1,0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scheibenbauch, Großer	1 (1,0)	-	-	32(1,3)	-	1 (1,0)	-	-	-	10(1,6)	-	-	-	-	-	-
Scholle	-	-	-	17(1,2)	-	1 (2,0)	-	18(1,2)	-	-	4 (6,0)	55(1,3)	-	24(2,1)	-	-
Seehase *, ***	-	14(6,0)	-	71(3,0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Seenadel, Kleine	4 (1,7)	-	-	70(4,2)	-	-	-	-	9 (2,3)	-	-	-	-	-	-	-
Seequappe, Fünfbärtelige	-	-	-	14(2,6)	-	-	-	-	-	22(1,4)	-	-	-	-	-	-
Seeskorpion	21(2,4)	-	-	61(2,9)	-	6 (3,8)	2	-	Cos ##	45(3,0)	-	-	-	-	-	-
Seestichling *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Seezunge	-	-	-	3 (1,0)	-	-	1	-	Cos ##	2 (1,5)	2 (3,0)	2 (1,0)	-	-	-	-
Sprotte	-	-	1 (1,0)	96(20,5)	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Steinbutt	12(1,0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Steinpicker	-	-	-	23(2,2)	-	-	-	-	-	24(2,3)	-	-	-	59 (##)	-	-
Stichling, Dreistacheliger	1 (1,0)	-	-	21(1,6)	-	-	-	-	1 (1,0)	41(1,8)	-	-	-	-	-	-
Stint	1 (1,0)	-	-	88(1,3)	-	-	96	-	85(15,7)	38(2,0)	-	-	-	-	-	-
Stöcker *	-	-	-	66 (##)	-	-	33	-	33(1,0)	-	-	-	-	-	-	-
Wittling	-	-	1?(1,0)	28(1,0)	-	-	-	-	-	82(4,3)	-	-	-	-	-	-
Zander **	4 (4,5)	-	-	29(1,7)	-	-	-	-	4 (1,5)	19(1,2)	-	-	-	-	-	-
Zope *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zwergdorsch	-	-	-	92(3,6)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* weniger als 10 Fische untersucht; ** z.T. aus dem Nord-Ostsee-Kanal; *** aus dem Nord-Ostsee-Kanal; # Magen-Darm und Mesenterien zusammengekommen; ## nicht quantifiziert.

Pseudoterranova decipiens

In 20 der insgesamt 41 untersuchten Fischarten aus dem Elbeästuar konnte die Art *Pseudoterranova decipiens* nachgewiesen werden. Eine besonders hohe Befallsrate im Filet wiesen Seeskorpion (74%), Stint (68%), Kaulbarsch (64%) und Kabeljau (31%) auf. Bei Steinbutt (12%), Flunder (11%), Zander (10%; z.T. aus dem Nord-Ostsee-Kanal) und Seehase 14% (aus dem Nord-Ostsee-Kanal) überstieg die Befallsrate noch die 10%-Grenze. Bei den anderen 12 infizierten Fischarten blieb die Befallsrate im Filet unter 10%.

Eine Infektion mit *Pseudoterranova* in der Leibeshöhle war weniger häufig festzustellen. Bei drei Fischarten lag die Befallsrate höher als 10%: Seeskorpion (21%), Bachforelle (15%) und Steinbutt (12%). Bemerkenswert ist, daß selbst sehr kleine Fischarten wie Seenadel (4%) und Dreistacheliger Stichling (1%) mit *Pseudoterranova*-Larven infiziert waren.

Die mittlere Befallsintensität mit *Pseudoterranova*-Larven im Filet erreichte die höchsten Werte beim Aal (5,9 Nematoden), beim Seeskorpion (5,5 Nematoden) und beim Zander (5,4 Nematoden). Stinte waren durchschnittlich mit 2,0 Nematoden befallen. Die maximale Befallsintensität lag beim Seeskorpion bei 42 *Pseudoterranova*-Larven pro Individuum, beim Aal bei 31, beim Kabeljau bei 20 und beim Zander bei 15 Nematoden. Es wird jedoch darauf hingewiesen, daß die Befallsintensität in der Regel mit der Größe des Wirtes korreliert ist, was bei der vorliegenden Untersuchung keine Berücksichtigung finden konnte.

Anisakis simplex

Ein Befall mit Larven von *Anisakis* konnte nur bei Hering, Kabeljau und Seehase (Nord-Ostsee-Kanal) nachgewiesen werden. Die Befallsraten waren mit jeweils 1% bei Hering und Kabeljau verhältnismäßig gering. In der Regel waren die untersuchten Heringe kleiner als 15 cm. Größere Heringe sind jedoch meist stärker infiziert. Die maximale Befallsintensität lag beim Hering bei 4 *Anisakis*-Larven, beim Kabeljau bei 1 Larve.

Anguillicola crassus

Anguillicola crassus trat nur in der Schwimmblase des Aales auf. 73% der untersuchten Fische waren infiziert. Die mittlere Befallsintensität lag bei 5,4 Nematoden pro infiziertem Fisch. Maximal wurden 37 Würmer (Larven und Adulte) gezählt.

Capillaria spec.

Diese nur unter dem Binokular sichtbare, sehr schlanke Nematodengattung trat bei 3 Fischarten im Darmlumen auf. Die höchste Befallsrate zeigte der Steinpicker mit 59%. Scholle und Flunder waren zu 24% bzw. 11% mit *Capillaria* befallen. Die mittlere Befallsintensität lag bei allen drei Fischarten nicht höher als 2 Nematoden. Maximal wurden beim Steinpicker 5 Nematoden gefunden.

Cucullanellus minutus, Cucullanus heterochrous, Cucullanus cirratus

Nematodenlarven dieser beiden Gattungen messen bis auf *C. cirratus* nur wenige Millimeter und sind nur mikroskopisch nachweisbar. Sie parasitieren im Magen-Darm-Trakt der Fische. *Cucullanus heterochrous* und *Cucullanellus minutus* wurden nur bei den Plattfischen Flunder, Scholle und Seezunge gefunden. *Cucullanus cirratus* trat bei 2% der Kabeljaue auf.

Camallanus spec.

Von diesem Nematoden konnte nur 1 Exemplar im Darm eines Flußbarsches nachgewiesen werden.

Goezia spec.

Goezia konnte in 5 Fischarten nachgewiesen werden. Beim Aal lag die Befallsrate bei 11%, beim Seeskorpion bei 6%. Kliesche, Scholle und Scheibenbauch waren zu weniger als 3% befallen. Das Auftreten von *Goezia* beim Butterfisch ist wegen des schlechten Zustandes des gefundenen Nematoden nicht ganz gesichert. Die mittlere Befallsintensität lag bei Aal (8,8 Nematoden) und Seeskorpion (3,8 Nematoden) am höchsten. Die anderen Fischarten wiesen im Durchschnitt nicht mehr als 2 Nematoden pro infiziertem Fisch auf.

Cosmocephalus obvelatus und *Paracuaria tridentata*

Cosmocephalus obvelatus und *Paracuaria tridentata* sind Nematodenarten, die in Vögeln geschlechtsreif werden. Sie messen nur 3-4 mm und sind meist eingekapselt in der Magen- und Darmwand oder enzystiert in den Mesenterien der Leibeshöhle zu finden. Eine Unterscheidung nach Arten wurde aufgrund des sehr hohen Zeitaufwandes nicht vorgenommen. Zur Erfassung der Befallsraten wurde jedoch nach Verdauungstrakt und Mesenterien getrennt. Magengranulome, aus denen die beschriebenen Arten isoliert werden konnten, traten bei 10 Fischarten auf, entsprechende enzystierte Nematoden in den Mesenterien bei 11 Fischarten. Sehr hohe Befallsraten wiesen Kaulbarsch (100%), Stint (96%) und Flunder (53%) auf. Hohe Befallsintensitäten waren bei Kaulbarsch, Stint und Aal zu verzeichnen (Tab. 18).

Contracaecum osculatum und *Hysterothylacium aduncum*

Die Befallsraten der untersuchten Fische mit *Contracaecum* und *Hysterothylacium* sind nochmals gesondert in Tab. 19 aufgeführt. *Hysterothylacium* konnte in fast allen untersuchten Fischarten nachgewiesen werden (Tab. 16). Die L3-Larven waren meist in den Mesenterien der Leibeshöhle, insbesondere im Bereich des Pylorus zu finden. Individuen des vierten Larvenstadiums sowie adulte Stadien der Gattung *Hysterothylacium* besiedelten bis auf wenige Ausnahmen den Magen oder Darmtrakt der Fische. Nur selten waren Nematoden dieser Art (Larven und Adulte) im Filet der Fische vertreten (1%) (Tab. 17).

L3-Larven von *Contracaecum* konnten bei der Untersuchung des gefrorenen Fischmaterials bei Sprotte (1/76) und Kabeljau (1/100) identifiziert werden. Bei Hering (4/103) und Wittling (1/100) konnte die Zugehörigkeit zu dieser Nematodenart nicht mit vollständiger Sicherheit geklärt werden. *Contracaecum*-Larven traten in der Leber und/oder den Mesenterien auf.

Bei der Untersuchung frischen, ungefrorenen Fischmaterials fanden sich in 170 Sprotten, die im April und Juni 1990 im Eiderästuar gefangen wurden, neben 220 *Hysterothylacium*-Larven auch 2 *Contracaecum*-Larven in den Mesenterien. In 249 Sprotten von dem Kühlwassereinlaufrechen des Kernkraftwerkes Brunsbüttel, gefangen im Juni/Juli 1990 und in 35 Sprotten aus dem Elbeästuar (Mai 1990) konnten keine *Contracaecum*-Larven festgestellt werden.

In 49 Kabeljauen aus dem Elbeästuar (April, Juni 1990) wurde eine *Contracaecum*-Larve in der Leber gefunden. In 33 Seeskorpienen aus dem Elbeästuar und 12 Seeskorpienen aus dem Eiderästuar konnten lediglich *Hysterothylacium*- und einige *Pseudoterranova*-Larven festgestellt werden. Die Untersuchung von 197 Wittlingen auf *Contracaecum*-Larven aus dem Eiderästuar verlief negativ. In dieser Fischart fanden sich ebenfalls nur Nematoden der Gattung *Hysterothylacium*. Die Intensität mit *Contracaecum*-Larven lag maximal bei 2 Larven.

Tab. 19: Befallsrate verschiedener Fischarten des Wattenmeeres mit *Contracaecum osculatum* und *Hysterothylacium spec.*

FISCHART	ANZAHL INFIZIERT/UNTERSUCHT und (BEFALLSRATE)		
	<i>Contracaecum</i>		<i>Hysterothylacium</i>
	Gefrorener Fisch	Frischer Fisch	Gefrorener Fisch
Hering	4/103 * (4%)	nicht untersucht	12/103 (12%)
Kabeljau	1/100 (1%)	1/49 (2%)	86/100 (86%)
Sprotte	1/76 (1%)	0/284 (0%)	4/76 (5%)
	-	2/170 ** (1%)	-
Wittling	1/100 * (1%)	0/197 (0%)	90/100 (90%)

* Nicht durch Kultivierung im Reagenzglas abgesichert

** Fisch aus der Eidermündung

Nachweis der Identität von *Contracaecum osculatum* mit Hilfe von Wärmetoleranz und *in-vitro*-Kultivierung. Wärmetoleranz: Um eine Trennung der morphologisch sehr ähnlichen L3-Larven von *Hysterothylacium* und *Contracaecum* zu erreichen, wurde die unterschiedliche Resistenz dieser Nematoden gegenüber hoher Temperatur genutzt. Die Wärmetoleranz von *Hysterothylacium* wurde experimentell ermittelt (Tab. 20). Nematoden dieser Gattung werden im Gegensatz zu *Contracaecum* in Fischen geschlechtsreif. Sie weisen daher nur eine geringe Widerstandsfähigkeit gegenüber einer Temperatur von 37°C auf, wie sie in warmblütigen Säugetieren vorherrscht. In einem Wasserbad überleben *Hysterothylacium*-Larven bei 37°C nicht länger als eine Stunde. *Hysterothylacium*-Larven, die aus verschiedenen Fischarten isoliert worden waren, zeigten dabei keine signifikanten Unterschiede in der Überlebensrate.

Tab. 20: Überlebensrate von *Hysterothylacium*-Larven aus verschiedenen Fischarten bei 37°C im Vergleich zu Nematodenarten, die in Warmblütern geschlechtsreif werden. (Anzahl *Hysterothylacium*-Larven n = > 400; Fischarten: Sprotte, Kabeljau, Wittling, Seescorpion).

NEMATODEN	ÜBERLEBENSRATE in % nach Stunden						
	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	...	24 h
<i>Hysterothylacium</i>	100	0	0	0	0	...	0
<i>Anisakis</i> , <i>Contracaecum</i> , <i>Pseudoterranova</i>	100	100	100	100	100	...	100

Kultivierung *in vitro*: Bei dem Versuch, *Contracaecum*-Larven aufgrund ihrer höheren Wärmetoleranz durch Pepsinverdauung der Eingeweide verschiedener Fischarten nachzuweisen, konnten drei Individuen isoliert werden. Diese überlebten mehr als 10 Stunden in physiologischer Kochsalzlösung bei 37°C und gehörten weder der Gattung *Pseudoterranova* noch der Gattung *Anisakis* an. Zwei dieser Nematoden stammten aus Sprotten, einer aus Kabeljau. Es wird vermutet, daß es sich hierbei um *Contracaecum osculatum* oder zumindest eine *Contracaecum*-Art handelt, die in einem warmblütigen Endwirt (mariner Säuger oder Vogel) geschlechtsreif wird.

Die aus dem Kabeljau isolierte Larve zeigte während der Kultivierung innerhalb der ersten 13 Tage nur langsame Bewegungen. Nach 14 Tagen häutete sie sich zur L4-Larve, konnte sich jedoch nicht vollständig von ihrer alten Kutikula lösen (Abb. 11 a). Sie wurde mit Hilfe einer Pinzette befreit. Nach drei weiteren Tagen war eine gesteigerte Aktivität festzustellen, die jedoch im weiteren Verlauf stetig abnahm. Der Darmtrakt der Larve nahm währenddessen eine immer mehr "ziehharmonikaförmige" Gestalt an (Abb. 11 b), da sie wahrscheinlich keine Nahrung mehr aufnahm. Nach 29 Tagen verendete sie und wurde für die rasterelektronenmikroskopische Untersuchung fixiert.

Die beiden aus Sprotten stammenden *Contracaecum*-Larven häuteten sich von der L3- zur L4-Larve nach 12 bzw. 17 Tagen ohne mechanische Hilfe. Eine Larve wies nach 5 Tagen *in-vitro*-Kultivierung eine

"Kappe" um den Mundbereich auf, wie sie typischerweise auch bei in der Magenwand von Seesäugern eingebohrten Nematoden zu finden ist (Abb. 26). Diese "Kappe" haftete einen Tag später an der Wand des Kultivierungsgefäßes. Die Larven verendeten nach 23 bzw. 24 Tagen, ohne sich zum Adultstadium weiterentwickelt zu haben.

Zu Beginn der *in-vitro*-Kultivierung maßen die *Contracaecum*-Larven etwa 10-15 mm. Während der Kultivierung konnte keine Längenzunahme verzeichnet werden.

Morphologie: Die *in vitro* entwickelten *Contracaecum*-Larven zeigten folgende morphologischen Merkmale: Die L3-Larve besaß, ähnlich wie auch *Hysterothylacium*, einen Bohrzahn, keine Lippen, einen nach vorne gerichteten Darmblindsack und einen nach hinten weisenden Ventrikularblindsack (Abb. 4 c). Das Hinterende lief konisch aus. Ein Mucron (spitzer Schwanzfortsatz), typisch für L3-Larven der anderen anisakiden Nematodenarten, fehlte (Abb. 4 i-m).

Die nach 23 Tagen fixierte *Contracaecum*-Larve (L4-Larve oder juvenil) zeigte am Vorderende drei deutlich entwickelte Lippen mit den gattungstypischen, seitlich ausgebildeten Aurikeln. Zwischen den Lippen waren deutliche Ansätze von Interlabien zu erkennen (Abb. 11 c). Dieses Merkmal deutet bereits die ersten Ansätze des frühen Adultstadiums an, da L4-Larven von *Contracaecum osculatum* keine Interlabien besitzen. Der Exkretionsporus mündete an der Basis des Interlabiums zwischen den beiden subventralen Lippen (Abb. 11 d). Das Hinterende lief konisch aus und wies nicht das für *Hysterothylacium* typische "Kaktusende" auf (Abb. 5 h). Seitlich am Vorderende befanden sich je eine Cervicalpapille (Abb. 11 e), dorsolateral am Hinterende je ein Phasmid (Abb. 11 f). Bis auf die bereits entwickelten Interlabien waren keinerlei Merkmale (Vulva, Spiculae, subventrales Papillenmuster) des Adultstadiums zu erkennen.

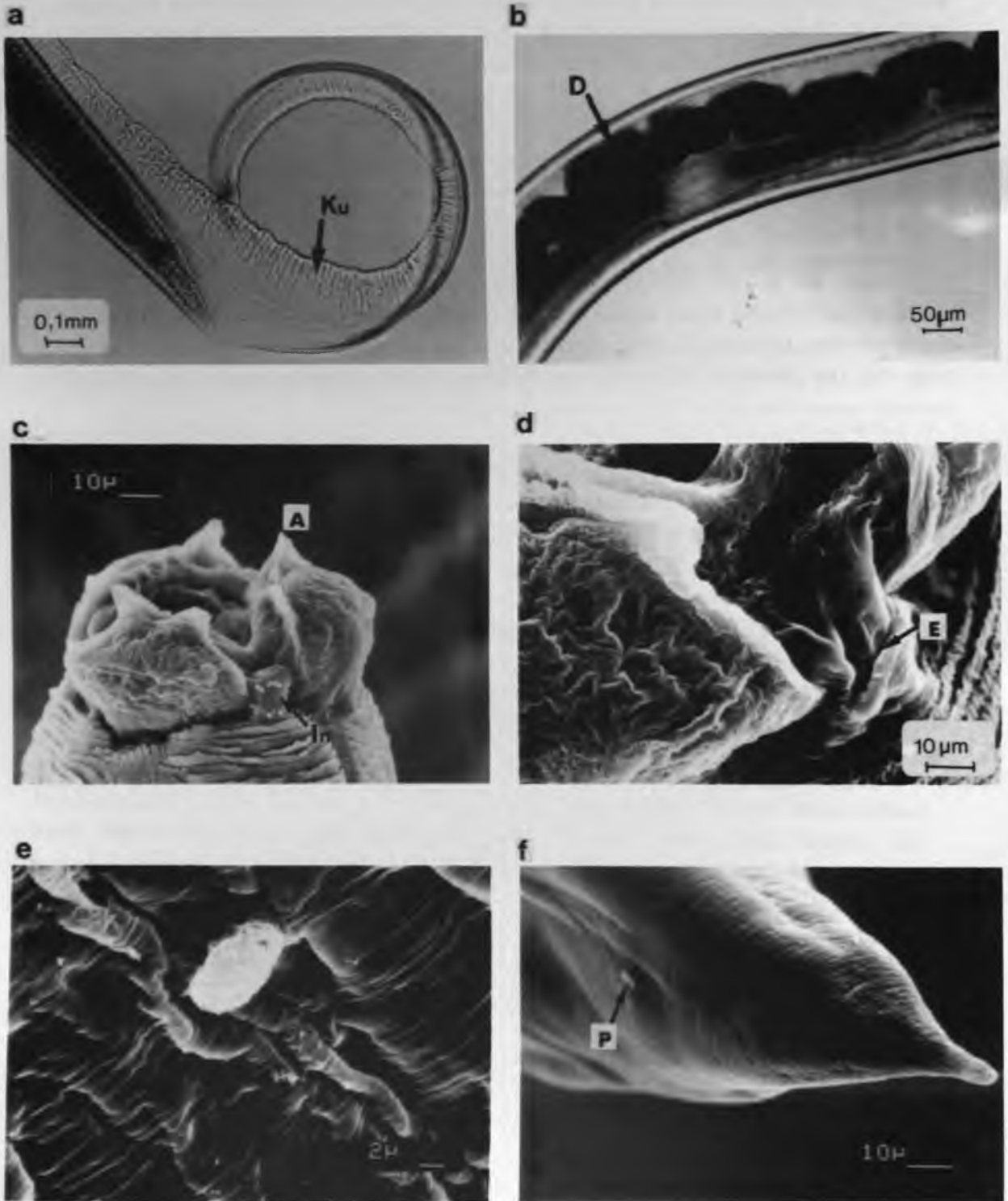


Abb. 11: Morphologische Merkmale der *in vitro* kultivierten *Contracaecum*-Larven aus Sprotte und Kabeljau:
 (a) L4-Larve in Kutikula der L3-Larve; (b) "Ziehharmonika"-förmiger Darm der L4-Larve;
 (c) Mundregion; In = Interlabien, A = Aurikel; (d) Exkretionsporus; (e) Cervicalpapille;
 (f) Hinterende; P = Phasmid.

4.4 Diskussion

Die am häufigsten bei Fischen aus der Elbmündung vorkommende Nematodenart ist *Hysterothylacium aduncum*. In 30 der 41 untersuchten Fischarten war sie vertreten. *Hysterothylacium*-Larven finden sich jedoch fast ausschließlich in den Organen und Mesenterien der Leibeshöhle, adulte Individuen im Verdauungstrakt. Nur in Ausnahmefällen treten sie auch im Filet auf. Ihre Bedeutung für die Fischwirtschaft ist daher von untergeordneter Rolle. Sprotten waren mit einer Befallsrate von 96% und im Mittel 21 Nematoden pro Fisch sehr stark mit *Hysterothylacium* befallen. Im Gegensatz dazu waren Heringe gleicher Größe nur zu 18% und mit einer mittleren Intensität von 1,6 Nematoden pro Fisch befallen. Dies deutet auf eine spezifische Immunität von Heringen oder eine deutliche Nahrungsdifferenzierung der beiden Fischarten hin, da sie häufig in gemeinsamen Schwärmen vorkommen.

Die Wärmeresistenz von *Hysterothylacium* ist, im Gegensatz zu Nematoden mit marinen Säugern als Endwirten, gering. Bei 37°C waren nach 2 Stunden alle Larven abgestorben. Schon GUSTAFSON (1953) wies darauf hin, daß eine Temperatur von 37°C für die meisten aus ihrer Kapsel befreiten "*Contracaecum*" (= *Hysterothylacium*)-Larven *in-vitro* letal sei. MÖLLER (1978) berichtet, daß mehr als die Hälfte aller *Contracaecum* (= *Hysterothylacium*) *aduncum*-Larven aus Aalmuttern bei 0°C 14 Tage überlebten. Im Gegensatz dazu betrug die Überlebensrate bei 25°C nach 20 h weniger als 25%. Nach MYERS (1975) ist jeder Nematode der eine Temperatur von 35°C überlebt, als potentiell humanpathogen einzustufen. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, daß in tropischen Gebieten auch *Hysterothylacium*-Arten eine Gefahr für die menschliche Gesundheit darstellen können. OVERSTREET & MEYER (1981), wie zuvor schon PETTER (1969 a,b) und NORRIS & OVERSTREET (1976) berichten, daß *Hysterothylacium*-Larven, die normalerweise in (kaltblütigen) Fischen geschlechtsreif werden, sich in die Magenwand eines Rhesusaffen (*Macaca mulatta*) einbohrten und Entzündungen hervorriefen. Nach BIER et al. (1987) stellt die erhöhte Temperaturreistenz eine Anpassung an die tropischen Bedingungen dar.

Fischzwischenwirte von *Contracaecum osculatum* waren im Wattenmeer bisher unbekannt. In vorliegender Arbeit konnten Sprotte und Kabeljau als Zwischenwirt nachgewiesen werden. Für zwei weitere Arten, Hering und Wittling, ist dies nicht ganz abgesichert. Die Sprotte wurde bisher nicht als Zwischenwirt beschrieben. Die anderen drei Fischarten sind auch aus anderen Regionen des NO-Atlantiks bekannt (Tab. 4, Kap. 2). Die wohl weltweit am häufigsten infizierte Fischart ist der Kabeljau (BERLAND 1971; WOOTTEN 1978; VALTER 1979; FAGERHOLM 1988, McCLELLAND et al. 1985, 1990). Die geringe Befallsrate der Seehunde im Wattenmeer mit *C. osculatum* läßt sich durch den geringen Anteil von Sprotte und Hering an der Nahrung (BEHRENDTS 1981, 1985; SIEVERS 1985) erklären. Eine Rolle spielt natürlich auch die Abwanderung älterer Kabeljaue aus dem Wattenmeer während der Fortpflanzungszeit der Robben in den Sommermonaten sowie die geringe Infektionsrate der nachgewiesenen Fischwirte.

Als Zwischenwirte für *Pseudoterranova* konnten im Untersuchungsgebiet insgesamt 15 Fischarten neu festgestellt werden. Fünf weitere Arten waren in der Elbmündung bereits bekannt (Kabeljau, Aal, Seescorpion, Flunder, Stint; MÖLLER et al. 1988). Im NO-Atlantik wurden bisher 63 Fischarten als

Träger von *Pseudoterranova* beschrieben (KAHL 1939; MARGOLIS & ARTHUR 1979; McCLELLAND et al. 1990). In Ost-Kanada wiesen McCLELLAND et al. (1990) in 26 von 32 untersuchten Fischarten diese Nematodenart nach. *Pseudoterranova* ist folglich wenig wirtsspezifisch. Besondere Bedeutung kommt dieser Gattung dadurch zu, daß sich diese Nematoden im Gegensatz zu anderen Arten hauptsächlich in die Muskulatur der Fische einbohren. Sofern es sich um wirtschaftlich verwertbare Fischarten handelt, wird deren Wert dadurch deutlich reduziert. In 18 der 20 infizierten Fischarten befanden sich diese Nematoden im Filet.

Die am stärksten mit *Pseudoterranova* befallenen Fischarten waren Seeskorpion, Stint, Kaulbarsch und Kabeljau (große Individuen). Regionale und saisonale Aspekte des Nematodenbefalles der beiden erstgenannten Arten wurden von KERSTAN (1991) bearbeitet.

Anisakis-Larven konnten im Elbeästuar nur im Hering und Kabeljau nachgewiesen werden. Außer diesen beiden Arten sind sonst vor allem pelagische Fischarten befallen. In der Nord- und Ostsee sind dies vor allem Köhler (*Pollachius virens*) (KARL 1988 c), Stöcker (*Trachurus trachurus*) (GAYEVSKAYA und KOVALYOVA 1980), Makrele (*Scomber scombrus*) (ELTINK 1988), Hering (*Clupea harengus*) (LANG et al. 1990), Lachs (*Salmo salar*), Blauer Wittling (*Micromesistius poutassou*) und Rotbarsch (*Sebastes spec.*) (BOURGEOIS & NI 1984). In der Elbmündung werden außer Kabeljau auch Seeskorpion und Flunder (MÖLLER et al. 1988) sowie der Stint genannt (JARLING 1982; MÖLLER & KLATT 1990). Nach Untersuchungen von KERSTAN (1991) und eigenen Befunden waren die drei letztgenannten Fischarten im Elbmündungsbereich jedoch *Anisakis*-frei, so daß es sich bei den Befunden genannter Autoren wahrscheinlich um eine Verwechslung mit anderen Nematodenarten handelt.

Bedeutend für die Fischwirtschaft wegen seiner schwarzbraunen Färbung und seiner auffälligen Erscheinung ist auch der Schwimmblasenwurm des Aales, *Anguillicola crassus*. Das Vorkommen dieser Nematodenart ist im Elbeästuar beschränkt auf den Aal. 73% der untersuchten Aale waren mit *Anguillicola* befallen. Auch MÖLLER et al. (1991) geben eine ähnlich hohe Befallsrate an (58%). Die Untersuchungen dieser Autoren zeigen, daß der Befall mit zunehmender Länge der Fische abnimmt.

Die anderen gefundenen Nematodenarten spielen aus fischereiwirtschaftlichen Aspekten kaum eine Rolle, da sie weder makroskopisch sichtbar, noch in irgendeiner Weise beeinträchtigend für die Gesundheit des Menschen sind.

5 Quantifizierung von Magennematoden aus Seesäufern der Nord- und Ostsee

5.1 Einleitung

Marine Säuger (Robben und Wale) stellen die Endwirte anisakider Nematoden dar. Ihre Rolle als Überträger für diese Parasiten hängt im wesentlichen von drei Faktoren ab: Bestandsgröße, Verbreitung und Nahrungswahl.

Bestandsentwicklung und Verbreitung mariner Säuger im Untersuchungsgebiet

Robben: Im Bereich des Wattenmeeres kommt von den Niederlanden bis einschließlich Dänemarks im wesentlichen nur eine Robbenart vor, der ostatlantische Seehund (*Phoca vitulina vitulina*), eine der vier bekannten Unterarten des Seehundes (*Phoca vitulina* Linnaeus 1758).

Der Seehundsbestand im Wattenmeergebiet der Nordsee stellt eine zusammenhängende Population dar. Andere, durch Verbreitungslücken geographisch davon getrennte Populationen im Nordost-Atlantik sowie deren ungefähre Bestandsgröße sind in Tab. 21 wiedergegeben.

Tab. 21: Ungefähre Bestandsgrößen von Seehundspopulationen im NO-Atlantik (nach ANONYMOUS 1989).

POPULATION	GESCHÄTZTE BESTANDSGRÖßE 1988
Island	30 000
Großbritannien/Irland	26 000
Wattenmeer	10 500
Kattegat/Skagerrak	8 000
West- und Nord-Norwegen	4 000

Um die Jahrhundertwende wurde der Seehundsbestand im gesamten Wattenmeer auf 8800 Tiere geschätzt (MOHR 1952). Zu dieser Zeit wurde der Bestand noch stark bejagt. Bis Anfang der 40er Jahre nahm er auf etwa 5500 Individuen ab (HAAFTEN 1981). Ab 1940 begann man mit Zählungen vom Boot aus. Seit 1960, in Schleswig-Holstein seit 1951, wurden auch Zählungen vom Flugzeug aus unternommen, was zu zuverlässigeren Aussagen führte. Eine vollständige Erfassung durch Flugzeugzählungen wird im gesamten Wattenmeer jedoch erst seit Anfang der 70er Jahre durchgeführt.

Da in vorliegender Arbeit ausschließlich Seehunde aus dem schleswig-holsteinischen und dänischen Wattenmeerbereich untersucht wurden, wird im folgenden die Darstellung der Bestandsentwicklung auf diese Gebiete beschränkt. In Schleswig-Holstein war die Seehundspopulation seit den 60er Jahren bis etwa Mitte der 70er Jahre mit 1550 Tieren mehr oder weniger konstant (Abb. 12). Infolge der Einschränkung der Jagd 1974 (nur noch eine sehr begrenzte Anzahl durfte ab diesem Zeitpunkt geschossen werden) stiegen ab Mitte der 70er Jahre die Seehundszahlen kontinuierlich an und erreichten 1988 einen Höhepunkt von etwa 4200 Tieren (HEIDEMANN & SCHWARZ 1990). In Dänemark setzte eine Zunahme des Bestandes von vorher etwa 600 Tieren erst ab den 80er Jahren ein.

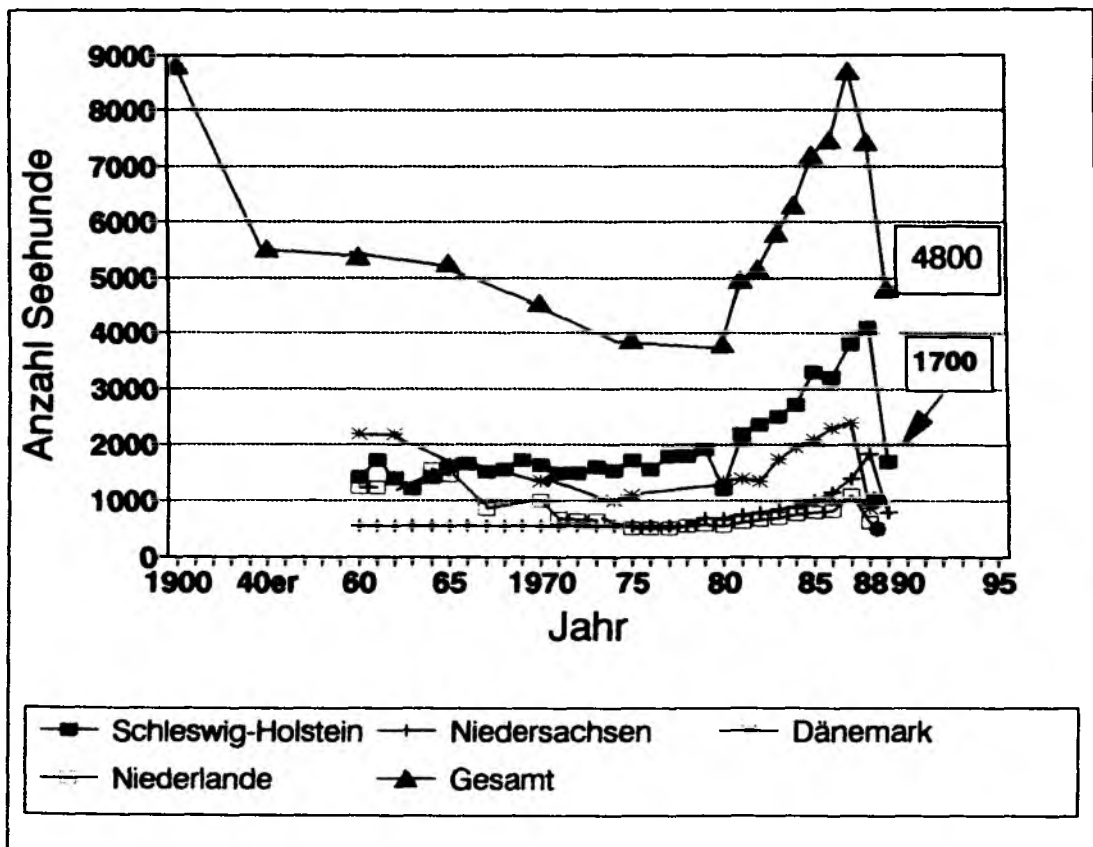


Abb. 12: Maximalzählungen (im Juli) von auf Sandbänken ruhenden Seehunden in verschiedenen Gebieten des Wattenmeeres (nach REIJNDERS 1981; THIEL 1990; TOUGAARD 1989); (● Zählung im September).



Abb. 13: Ruhende Seehunde auf einer Sandbank im nordfriesischen Wattenmeer.

Das Seehundsterben 1988

Im April 1988 setzte vor der Insel Anholt im Kattegat ein epidemiehaftes Seehundsterben, das in erster Linie durch einen dem Hundestaupevirus ähnlichen Morbillivirus (OSTERHAUS & VEDDER 1988; OSTERHAUS et al. 1988) verursacht wurde, ein. Von Dänemark bis hin zu den Niederlanden und Großbritannien verlaufend, fand ein starker Einbruch des Seehundsbestandes im gesamten Wattenmeer statt. Die Addition von gezählten lebenden Seehunden und von angeschwemmten toten Tieren führte zunächst zu stark abweichenden Ergebnissen in den verschiedenen Anrainerstaaten. So wurde z.B. in Schleswig-Holstein aufgrund der Wanderbewegungen innerhalb der Populationen und Verdriftung toter Seehunde, zum Beispiel von den Niederlanden und Niedersachsen nach Schleswig-Holstein, eine Gesamtzahl von über 6000 Tieren ermittelt. Erst die Einbeziehung der Zählergebnisse der gesamten Wattenmeerpoblulation führte zu verständlichen Resultaten. In Schleswig-Holstein lag danach der Gesamtbestand für das Jahr 1988 bei 4209 Seehunden (HEIDEMANN & SCHWARZ 1990). Im darauffolgenden Jahr war durch die Virusepidemie die Zahl auf 1517 + 226 Jungtiere reduziert (Juli 1989; THIEL 1990).

In Dänemark sank der Bestand von geschätzten 2700 Tieren 1988 (904 gezählt, 948 Totfunde, Rest: geschätzte Fehlerquote durch Seehunde, die während des Zählens nicht auf Sandbänken abliegen, TOUGAARD 1989) auf 1070 Seehunde im September 1989 (ANONYMOUS 1989).

Außer dem Seehund existiert in dem Untersuchungsgebiet auf den Knobsänden nordwestlich von Amrum noch eine kleine Population von 40-80 Kegelrobben (*Halichoerus grypus*) (SCHEIBEL & WEIDEL 1988; KOCH 1989). Kegelrobben blieben von der Seehundsepidemie weitgehend verschont. Da Kegelrobbenjunge nach der Geburt noch nicht schwimmen können, eignet sich das Wattenmeer, dessen Sandbänke bei Flut in der Regel überschwemmt werden, nicht als Fortpflanzungsgebiet für diese Robbenart. Alle anderen im Wattenmeer gelegentlich auftretenden Robbenarten sind Irrgäste.

Wale: Die häufigste in deutschen Küstengewässern vorkommende Walart ist der Schweinswal (*Phocoena phocoena*). Diese maximal ca. 1,80 m lange Walart war in der Nord- und Ostsee noch vor der Jahrhundertwende sehr zahlreich vertreten. Dies zeigt sich unter anderem in der Existenz einer Schweinswal- oder auch Braunfisch-Fängerei. Im dänischen Middelfart auf Fünen befand sich ein Zentrum dieser Jagd. Sie ist dort seit 1500 belegt (SCHULZE 1987), verlor allerdings mit Einführung von Gas und elektrischer Beleuchtung um 1892 an Bedeutung. Sie blühte während des ersten und zweiten Weltkrieges nochmals auf, wobei ein Großteil des Walfleisches nach Deutschland verkauft wurde. In den Kriegsjahren 1916 bis 1919 wurden insgesamt 1600 Tiere erbeutet. Schweinswale waren auch in der Nordsee Anfang dieses Jahrhunderts noch wesentlich zahlreicher als heute. Dies belegt ein Zitat der Hamburger Zoologin Erna Mohr (1935): "Die Schweinsfische schwimmen meist in größeren Scharen beisammen und halten sich nicht selten in der Nähe kurrender Fischerboote. Wenn wir z.B. nachts hinter den Sänden zwischen Elb- und Eidermündung unter Segel fischten, hörten wir rund um uns her das schnaufende Atmen der Tiere, wie von einer ruhenden Herde Kühe, hörten ihr Plätschern beim Auf- und Niedertauchen und sahen in ruhigen, warmen Spätsommernächten die Tiere und das von ihnen aufgerührte Wasser leuchten."

Heute sind diese Kleinwale so weit zurückgegangen, daß sie selbst aus dem Bewußtsein vieler Fischer verschwunden sind. Nach neueren Sichtungsdaten scheinen sich vor allem in dem Bereich um Sylt in den Wintermonaten vermehrt Schweinswale aufzuhalten (KREMER et al. 1990).

Eine genaue Bestandsanalyse wurde bisher nicht durchgeführt. Die vom Institut für Haustierkunde der Universität Kiel und dem Meeresmuseum in Stralsund (SCHULZE 1987) seit Jahren erfaßten Strandungen und Beifänge lassen nur vage Rückschlüsse auf die Schweinswalbestände in deutschen Gewässern zu, zumal bisher keine Korrektur des Beobachteraufwandes vorgenommen wurde. Zuverlässigere Daten soll ein seit Mitte 1990 angelaufenes Projekt zur Erfassung der Kleinwalbestände in der Nord- und Ostsee an der Universität Kiel ergeben (BENKE pers. Mittl.). Eine Übersicht der bis 1988 erfaßten Strandungen und Beifänge von Schweinswalen zeigt Abb. 14. Ein durch den Anstieg der Strandungen vorgetäuschter Anstieg des Schweinswalbestandes ist jedoch wahrscheinlich auf die durch das Robbensterben gestiegene Aufmerksamkeit der Bevölkerung zurückzuführen.

Als mögliche Gründe für den Bestandsrückgang der Schweinswale seit der Jahrhundertwende werden im wesentlichen die Verschmutzung des Lebensraumes durch PCB und Schwermetalle, der Rückgang des Herings als Hauptbeutefischart in den 70er Jahren sowie eine Zunahme des Schiffsverkehrs und der damit verbundenen erhöhten Lärmentwicklung diskutiert.

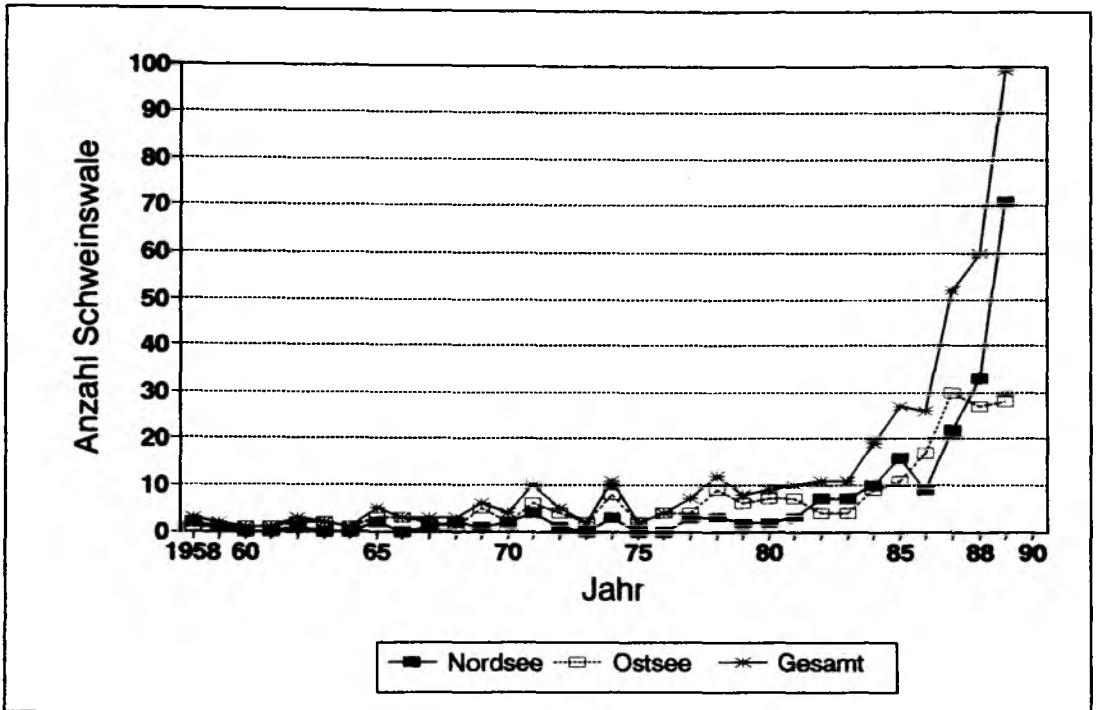


Abb. 14: Registrierte Totfunde und Beifänge von Schweinswalen an der schleswig-holsteinischen und der mecklenburg-vorpommerschen Küste (Daten aus dem Institut für Haustierkunde, ergänzt nach SCHULTZ 1970; GOETHE 1983; SCHULZE 1987; KREMER & SCHULZE 1990). Der Anstieg in den letzten Jahren ist wahrscheinlich auf einen erhöhten Beobachteraufwand und nicht auf eine Zunahme der Population zurückzuführen.

Außer dem Schweinswal sind in der Nordsee etwa 25 Walarten nachgewiesen, von denen vor allem der Weißschnauzendelphin (*Lagenorhynchus albirostris*), der Weißseitendelphin (*L. acutus*), der Gewöhnliche Delphin (*Delphinus delphis*), der Grindwal (*Globicephala melaena*), der Schwertwal (*Orcinus orca*) und der Zwergwal (*Balaenoptera acutorostrata*) "häufiger" sind (OORT 1926; SCHULTZ 1970; GOETHE 1983; KINZE 1989; SMEENK 1986, 1989). Im Zeitraum 1987-1990 strandeten an der deutschen Küste auch einige größere Walarten: 1987 in Niedersachsen ein Grindwal (*Globicephala melaena*), 1988 auf Föhr ein Schwertwal (*Orcinus orca*), 1989 bei Langeoog ein Zwergwal (*Balaenoptera acutorostrata*), 1990 bei Büsum ein Finnwal (*Balaenoptera physalus*). Von einem Zwergwal wurden einige Wochen später Kadaverreste vor Büsum geborgen. In diesem Jahr trieb an der niedersächsischen Küste ein Buckelwal (*Megaptera novaeangliae*) an (BENKE, pers. Mittl.).

Verbreitung mariner Säuger: Seehunde bevorzugen im Wattenmeer bestimmte Liegeplätze und kommen daher nicht gleichmäßig verteilt vor. Die Auswahl der Sandbänke ist von verschiedenen Faktoren, wie Windrichtung, Wasserströmung und Störungsanfälligkeit abhängig (DRESCHER 1979; THIEL 1990). Vor allem Weibchen suchen während der Fortpflanzungszeit im Juni/Juli bevorzugt störungsfreie Plätze im inneren Bereich des Wattenmeeres auf. Hinzu kommt eine jahreszeitliche Schwankung in der Nutzung der einzelnen Liegeplätze. Zur offenen See hin exponierte Sandbänke werden bevorzugt im Frühjahr und im August (Haarwechselzeit) stärker frequentiert. Generell werden

werden bevorzugt im Frühjahr und im August (Haarwechselzeit) stärker frequentiert. Generell werden jedoch im Bereich von Amrum bis südlich zum Heverstrom westlich von Husum mehr Seehunde gezählt als im Bereich der Elbmündung (Abb. 15; THIEL 1990). Dieser Umstand ist besonders im Hinblick auf den Nematodenbefall einzelner Fischarten im Wattenmeer interessant, da dieser der Größe der abliegenden Seehunde entgegenläuft (KERSTAN 1991).



Abb. 15: Verbreitung der Seehunde im schleswig-holsteinischen Wattenmeer nach Flugzählungen am 25./26. Juni 1989 (nach THIEL 1990).

Schweinswale unternehmen regelmäßige Wanderungen. Sowohl im Frühjahr (in die Ostsee) als auch im Spätherbst und Winter (aus der Ostsee) sind bzw. waren stärkere Konzentrationen im Kattegat anzutreffen (SCHULZE 1987; KINZE 1990). Nach ANDERSEN (1972) haben diese Wanderungen jedoch aufgrund des Bestandsrückganges fast aufgehört. KINZE (1985) kommt aufgrund signifikanter Unterschiede verschiedener Schädelmerkmale von 548 Schweinswalen aus dem Bereich der Nord- und Ostsee zu dem Schluß, daß sich die Schweinswale der Ostsee im Winter mit denen der nördlichen Nordsee mischen. Schweinswale aus niederländischen Gewässern führen hingegen entgegengesetzte Wanderungen nach Süden durch. Auslöser der Wanderungen sind unter anderem klimatische Faktoren wie Eisbildung sowie Wanderungen von Beutefischen, wie z.B. Hering in der Ostsee (SCHULZE 1987).

Nahrung mariner Säuger

Marine Säuger ernähren sich von Fischen und/oder Tintenfischen, gelegentlich auch von Krebsen. Die Seehunde im schleswig-holsteinischen Wattenmeer fressen von der Anzahl her vor allem Grundeln und Plattfische, wie Scholle und Flunder. Kabeljau und Stint machen nur etwa je 4% aus, Heringe nur 0,3% (BEHRENDTS 1981, 1985). Nach SIEVERS (1985) fressen ältere Seehunde jedoch auch häufiger Stinte.

Nahrungsanalysen von Schweinswalen aus dem Wattenmeer fehlen bisher. In der Ostsee ernähren sich Schweinswale vorwiegend von Hering, Sprotte, Kabeljau und Wittling (LINDROTH 1962). Die Aufnahme von Lachsen wurde vermutet, jedoch nie bestätigt (SVÄRDSON 1955). Die durchschnittlich aufgenommene Nahrungsmenge liegt in Gefangenschaft bei 4,3 kg pro Tag (ANDERSEN 1965; SERGEANT 1969). Genauer wird auf die Nahrung von Seesäugetieren in Kap. 6 eingegangen.

Nematoden in marinen Säugern

Über die Parasitenfauna der Seehunde im deutschen Wattenmeer war bis 1988 nichts bekannt. Mit Einsetzen des Robbensterbens 1988 stieg das Interesse an diesen Tieren jedoch sprunghaft an. Neben vorliegender Arbeit existieren Untersuchungen aus dem schleswig-holsteinischen Bereich von WEBER (1988) und aus dem niedersächsischen Wattenmeer von CLAUSSEN (1990).

Ausführliche Untersuchungen aus anderen Anrainerstaaten des Wattenmeeres fehlen. Lediglich HAVINGA (1933) und BROEK & WENSVOORT (1959) geben einige Informationen. Eine Übersicht der Befallsraten und Intensitäten mit Nematoden im Verdauungstrakt von Seehunden im Wattenmeer zeigt Tab. 22.

Detaillierte Untersuchungen über den Parasitenbefall von Schweinswalen und anderen Walen der Nordsee fehlen ebenfalls. CLAUSEN & ANDERSEN (1988) untersuchten 149 Schweinswale aus dänischen Gewässern von August 1980 bis Februar 1981. Eine Trennung in Nord- und Ostsee fehlt jedoch. Von 55 Tieren, die jünger als 1 Jahr waren, wiesen 9% Nematoden der Art *Anisakis simplex* auf. Ältere Wale waren zu 21% befallen. Die Intensität mit Magenwürmern wurde nur semiquantitativ erfaßt. SCHMIDT-RIES (1940) untersuchte Schweinswale der Ostsee. Er fand neben *Anisakis simplex*

noch die Arten *Anisakis typica* und *Pseudoterranova decipiens*.

Tab. 22: Befall des Seehundes (*Phoca vitulina*) mit anisakiden Nematoden nach Literaturdaten.

GEBIET	ANZAHL SEEHUNDE UNTERSUCHT	NEMATODEN- ART	BEFALLS- RATE (%)	MITTLERE INTENSITÄT (Min.-Max.)	RELAT. HÄUFIG- KEIT der NEMATODEN (%)	BEMER- KUNGEN	QUELLE		
Niederlande	25	<i>P. decipiens</i>	28	- (1-26)	-		3		
	64	<i>P. decipiens</i>	51,8	10,4 (-)	-		4		
	-	<i>P. decipiens</i>	100	große Anzahl	-		2		
	25	<i>C. osculatum</i>	8	- (1-6)	-		3		
	64	<i>C. osculatum</i>	1,6	4 (-)	-		3		
	-	<i>C. osculatum</i>	-	vereinzelt	-		2		
	64	<i>A. simplex</i>	-	1 Larve/1 Weib.	-		3, 4		
Groß- britannien (inkl. Orkney, Shetland)	19	<i>P. decipiens</i>	47* 68* 79*	- (1-25) - (1-67) - (1-67)	45 - -	nur Adulte nur Larven alle Stadien	5		
	19	<i>C. osculatum</i>	21* 100*	- (2-63) - (3-380)	47 71	nur Adulte nur Larven	5		
	19	<i>Anisakis spec.</i>	68*	- (1-61)	-	nur Larven	5		
Kanada	16	<i>P. decipiens</i>	50	- (5-177)	98		6		
	16	<i>C. osculatum</i>	12,5	-	0,4				
	16	<i>A. simplex</i>	44	-	-				
Norwegen	127	<i>P. decipiens</i>	-	-	66,0		1		
		<i>C. osculatum</i>	-	-	26,2				
		<i>Anisakis spec.</i>	-	-	7,8				
		Alle Arten	-	60 (0-453)	-				
Niedersachsen	115	<i>P. decipiens</i>	88	-	-		8		
Schleswig- Holstein & Dänemark	293	<i>P. decipiens</i>	30 65 93	7,7 16,8 46,4	93,8 94,8 97,8	jünger 1 Jahr 1-2 Jahre älter 2 Jahre	9		
		<i>P. decipiens</i>	17 64 69	- - -	75,5 80,0 72,5	jünger 1 Jahr 2-5 Jahre älter 5 Jahre	7		
			Niedersachsen	115	<i>C. osculatum</i>	10	-	-	8
Schleswig- Holstein & Dänemark	293			<i>C. osculatum</i>	6 20 29	2,8 2,7 2,9	5,7 4,3 1,5	jünger 1 Jahr 1-2 Jahre älter 2 Jahre	9
		Schleswig- Holstein		182	<i>C. osculatum</i>	2 9 23	- - -	1,5 4,0 21,3	jünger 1 Jahr 2-5 Jahre älter 5 Jahre
			Schleswig- Holstein & Dänemark		293	<i>A. simplex</i>	2 7 15	2,0 1,0 1,6	0,6 1,0 0,6
Schleswig- Holstein	182					<i>A. simplex</i>	10 20 33	- - -	23,0 16,0 6,2
		1 = BJORGE 1984 4 = THIEL 1966 7 = WEBER 1988 2 = HAVINGA 1933 5 = YOUNG 1972 8 = CLAUSSEN 1990 3 = BROEK & WENSVOORT 19 6 = McCLELLAND 1980 a,b 9 = vorliegende Arbeit							

* errechnet nach Tab. 2 von YOUNG (1972)

5.2 Material und Methoden

5.2.1 Robben

Seehund (*Phoca vitulina*)

Insgesamt wurden 293 Seehunde aus dem schleswig-holsteinischen und dänischen Teil des Wattenmeeres untersucht (203 aus Schleswig-Holstein, 90 aus Dänemark). Die Fundorte der einzelnen Individuen zeigt Abb. 16. Nicht bei jedem Seehund war der Verdauungstrakt vollständig. Zum Teil fehlte der Darm, z.T. die Speiseröhre. Insgesamt wurden 293 Mägen, 195 Därme und 183 Speiseröhren bearbeitet.

Die Mehrzahl der untersuchten Seehunde war 1988 während des sogenannten "Robbensterbens" verendet. Einige weitere Seehunde stammen aus den Jahren 1989 und 1990. Eine genaue Aufstellung nach Fundmonat und -jahr geht aus Tab. 23 und Abb. 17 hervor. Die meisten Tiere wurden in den Monaten Juli bis September gefunden, aus den Monaten November bis Februar lag kein Material vor. 14 Tiere (meist Heuler) wurden eingeschlachtet, der Rest waren Totfunde an Stränden und Küsten. Daten über Länge, Gewicht, Geschlecht, Fundort, Funddatum und z.T. Alter der Seehunde wurden größtenteils von anderen Institutionen erhoben und für diese Auswertung zur Verfügung gestellt.

Tab. 23: Anzahl untersuchter Seehunde 1988-1990.

JAHR	GESCHLECHT			SUMME
	Weibchen	Männchen	unbekannt	
1988	129	116	10	255
1989	4	11	-	15
1990	-	-	1	1
unbekannt	8	8	6	22
Gesamt:				293

Altersbestimmung: Die Bestimmung des Alters der Seehunde erfolgte auf zwei Arten. Das Institut für Haustierkunde stellte für einen Teil der Seehunde Daten zur Verfügung, die anhand von Zählung der Zahnzuwachsschichten erhoben worden waren. Da das Alter nur für einen Teil der Seehunde auf diese Weise vorlag, wurden die Tiere zusätzlich anhand von Länge, Gewicht und Funddatum in drei Altersgruppen (AG) untergliedert.

Altersgruppe 1: "diesjährige" Seehunde (jünger als 1 Jahr)

Altersgruppe 2: "vorjährige" Seehunde (1 bis 2 Jahre alt)

Altersgruppe 3: "mehrjährige" Seehunde (älter als 2 Jahre)

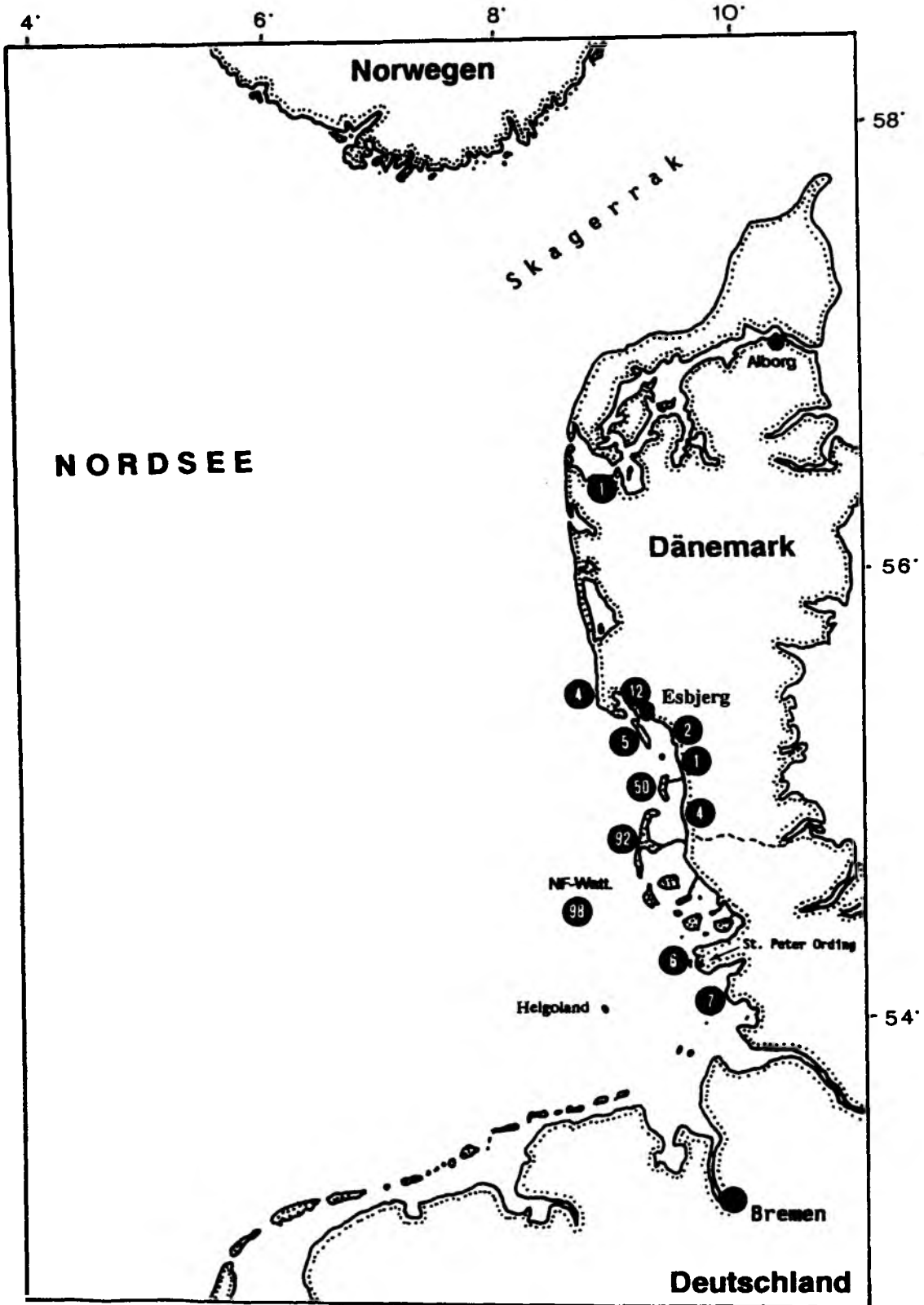


Abb. 16: Fundorte der untersuchten Seehunde (in den Kreisen die Anzahl der Tiere; 98 Seehunde aus dem nordfriesischen Watt sowie 11 Seehunde aus Dänemark ohne Fundortangabe).

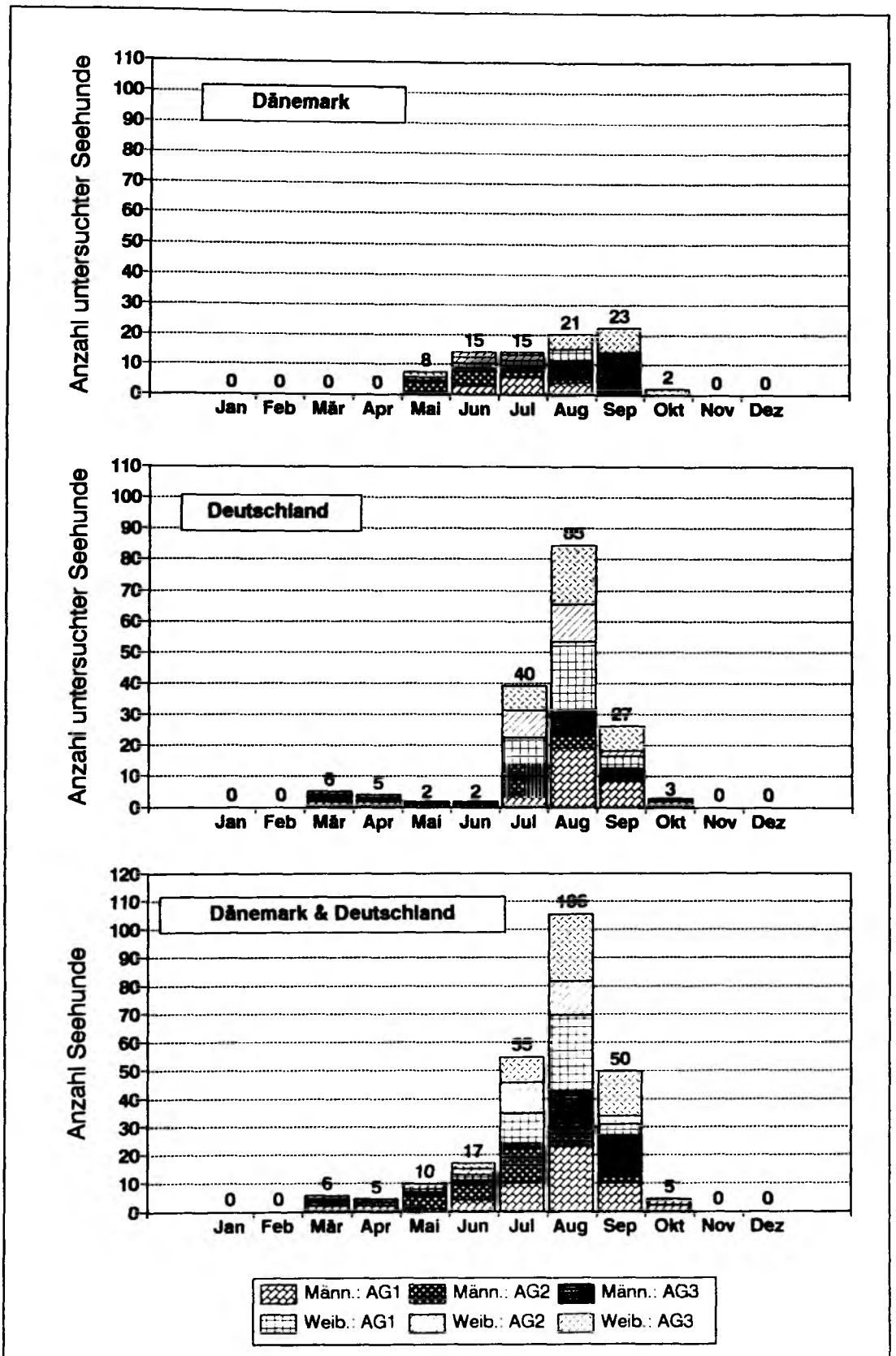


Abb. 17: Anzahl untersuchter Seehunde verschiedener Altersgruppen im Jahresverlauf (Summe aus 1988-1990). 39 Tiere sind aufgrund fehlender Daten nicht dargestellt.

- (a) Dänisches Wattenmeer, 84 Seehunde
- (b) Deutsches Wattenmeer, 170 Seehunde
- (c) Beide Gebiete, 254 Seehunde

Die Altersstruktur und Geschlechterzusammensetzung der untersuchten Seehunde ist in Abb. 18 dargestellt.

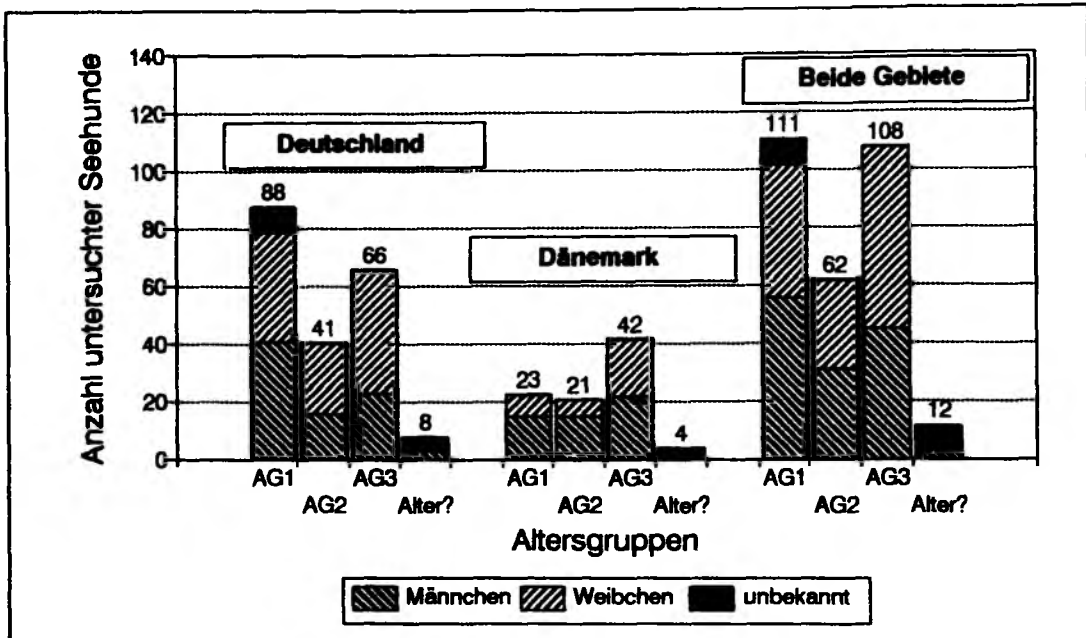


Abb. 18: Alters- und Geschlechterzusammensetzung der 1988-1990 untersuchten Seehunde.

Untersuchungsmethodik: Die meisten Verdauungstrakte wurden in tiefgefrorenem Zustand aufbewahrt. Ein geringer Teil wurde unmittelbar nach Entnahme aus den verendeten Robben untersucht. Zur parasitologischen Untersuchung wurden der Verdauungstrakt über Nacht aufgetaut, die Speiseröhre durch einen Längsschnitt und der Magen entlang der Fissur eröffnet. Bereits sichtbare Nematoden wurden herausgesammelt und in physiologischer Kochsalzlösung aufbewahrt. Der restliche Magen wurde in einer Wanne mit Leitungswasser ausgespült und der Mageninhalt durch zwei übereinanderliegende Siebe (1,0 x 1,0 mm und 0,5 x 0,5 mm Maschenweite) gesiebt.

Seehunde besitzen einen J-förmigen Magen mit einer Kammer, die sich in einen Fundus- und einen Pylorusbereich gliedert (Abb. 19).

Der Darm wurde zunächst von den Mesenterien befreit und ziehharmonikaförmig meterweise ausgelegt (Abb. 20). Zur Erfassung von Trematoden wurde nach jedem Meter ein 5 cm langes Darmstück herausgeschnitten, der Länge nach eröffnet und mit der Innenseite nach außen in eine definierte Menge physiologischer Kochsalzlösung gelegt, damit eventuell vorhandene Trematoden abflottieren konnten. Die verbleibenden 1 Meter langen Darmstücke wurden an einem Wasserhahn in getrennte Eimer gespült und der Inhalt ebenfalls durch zwei Siebe gegossen. Auf diese Weise kann eine Bevorzugung bestimmter Darmabschnitte durch Parasiten erfasst werden.

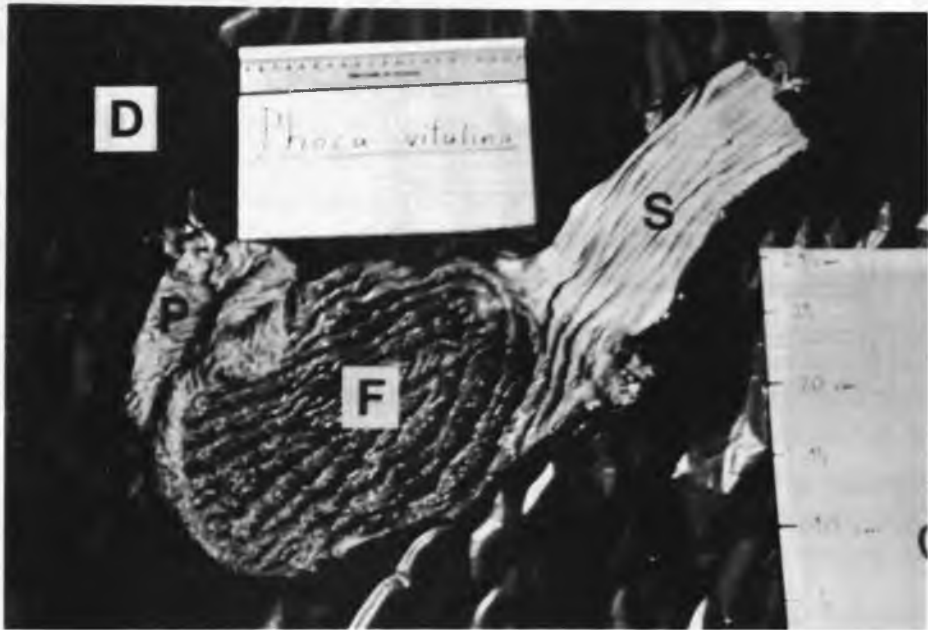


Abb. 19: Eröffneter Magen eines Seehundes.

D = Darm; F = Fundus; P = Pylorus; S = Speiseröhre.

Bestimmung der Parasiten: Aus dem Magen entfernte Nematoden wurden in physiologischer Kochsalzlösung aufbewahrt und noch am gleichen Tag unter dem Binokular nach Art, Geschlecht und Reifegrad bestimmt. Damit entfiel eine Aufhellung, wie sie bei formalin- oder alkoholkonserviertem Material notwendig ist. Abgesehen von der Giftigkeit vieler Aufhellungschemikalien (Lactophenol, Kreosot) treten die morphologischen Merkmale in frischem Zustand wesentlich besser hervor und erleichtern so die Bestimmung.

Zur Bestimmung wurden im wesentlichen Unterschiede in der Morphologie der Darmblindsäcke und der Lippen sowie des Hinterendes und der Spiculae männlicher Nematoden herangezogen (u.a. BAYLIS 1932, 1937; BERLAND 1963, 1981, 1989; DAVEY 1965, 1971; DELYAMURE 1955, KRABBE 1878; OSHIMA et al. 1982; SMITH & WOOTTEN 1984 a,b,c). Basierend auf dem untersuchten Material wurde ein Bestimmungsschlüssel für die Nematoden des Verdauungstraktes mariner Säuger in Nord- und Ostsee erarbeitet (Kap. 2.5).

Trematoden wurden ebenfalls noch am gleichen Tag unter dem Binokular bestimmt und semiquantitativ erfaßt. Die Anzahl gefundener Trematoden pro Darmprobe wurde in Stufen von "Wenig" (1-10 Trematoden), "Mittel" (11-100) und "Viel" (mehr als 100) quantifiziert. Acanthocephalen und Cestoden wurden in Glycerinalkohol fixiert. Sie werden später bestimmt.

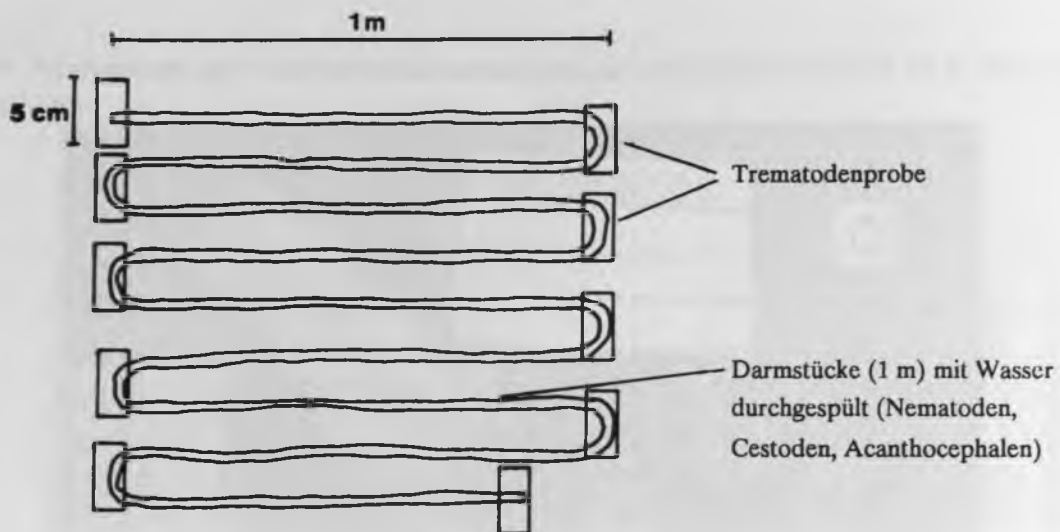


Abb. 20: Schema der Parasitenuntersuchung des Darmes mariner Säuger.

Zusätzlich zu den Seehunden konnten der Magen einer Kegelrobbe (*Halichoerus grypus*, Abb. 21) und der einer Ringelrobbe (*Phoca hispida*) untersucht werden. Die biologischen Daten sind in Tab. 30 zusammengefaßt.



Abb. 21: Kegelrobbe (*Halichoerus grypus*).

5.2.2 Wale

Schweinswal (*Phocoena phocoena*)

Insgesamt wurden 102 Mägen und 45 Därme von Schweinswalen (Abb. 22) aus der Nord- und Ostsee auf ihre Helminthenfauna hin untersucht. Die Organe stammten von Tieren, die in dem Zeitraum 1982-1990 an den Küsten Schleswig-Holsteins tot antrieben oder in Fischernetzen ertranken. Zwei Schweinswale wurden vor Helgoland geborgen, ein Tier stammte von der Küste Mecklenburgs. Die Fundorte des untersuchten Materials gehen aus Tab. 24 und Abb. 23 hervor.

Die Schweinswale wurden vom Institut für Haustierkunde der Universität Kiel gesammelt, tiefgefroren und seziert. Von dort wurden auch Daten über Länge (Lotmaß), Gewicht, Geschlecht, Fundort und Funddatum sowie in einigen Fällen eine Altersbestimmung anhand von Zahnschliffen zur Verfügung gestellt. Bei Tieren, von denen keine derartige Alterbestimmung vorlag, wurde eine Alterseinteilung in zwei Altersgruppen anhand von Länge, Gewicht, Geschlecht und Funddatum vorgenommen (AG1 = Tiere jünger als ein Jahr, AG2 = ältere Tiere). Die Alterszusammensetzung sowie die Geschlechterverteilung der untersuchten Schweinswale gehen aus Tab. 25 hervor.



Abb. 22: Schweinswal (*Phocoena phocoena*).

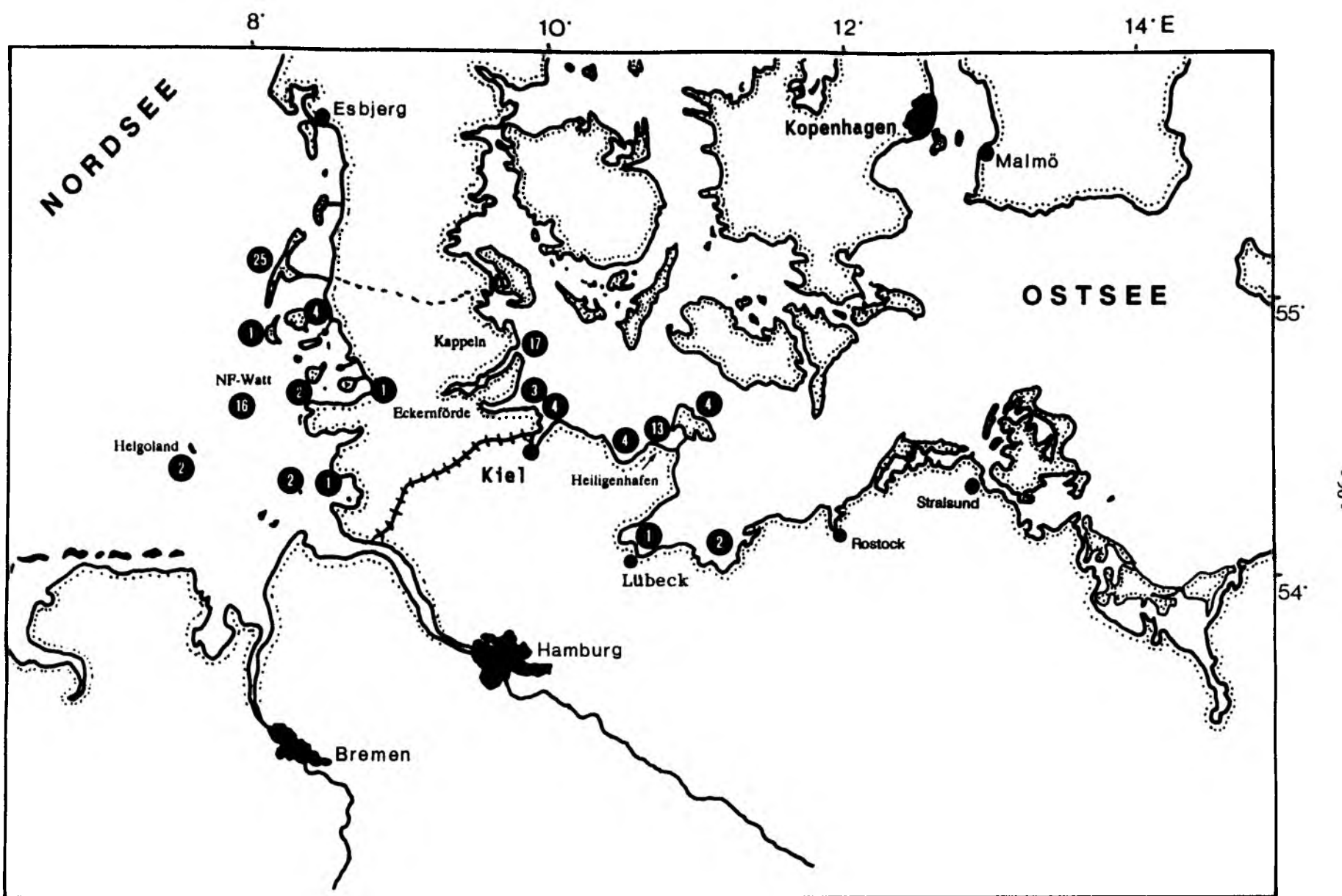


Abb. 23: Fundorte der untersuchten Schweinswale (in den Kreisen die Anzahl der Tiere; 16 Wale aus dem nordfriesischen Wattenmeer hatten keine genaue Fundangabe).

Tab. 24: Fundorte der untersuchten Schweinswale.

NORDSEE		OSTSEE	
FUNDORT	ANZAHL SCHWEINSWALE	FUNDORT	ANZAHL SCHWEINSWALE
Amrum	1	Eckernförde	2
Büsum	1	Fehmarn	4
Dagebüll	1	Heikendorf	1
Föhr	3	Heiligenhafen	13
Helgoland	2	Hohenfelde	1
Husum	1	Hohwachter Bucht	3
Nordfries. Wattenmeer	15	Kappeln	1
Pellworm	1	Kieler Förde	1
Sylt	25	Laboe	1
Trieschen	2	Maasholm	15
Westerhever	1	Mecklenburger Bucht	2
unbekannt	1	Schleimünde	1
		Stoller Grund	1
		Timmendorf	1
		Todendorf	1
Summe	54	Summe	48

Tab 25: Alterszusammensetzung und Geschlechterverteilung der untersuchten Schweinswale.

ALTER	ANZAHL SCHWEINSWALE							
	NORDSEE				OSTSEE			
	Männchen	Weibchen	?	SUMME	Männchen	Weibchen	?	SUMME
jünger 1 Jahr	7	6	-	13	12	11	-	23
1 Jahr & älter	23	18	-	41	10	12	1	23
unbekannt	-	-	-	-	-	-	2	2
	Gesamt 54				Gesamt 48			

Im Gegensatz zu den Robben ist der Magen von Zahnwalen mehrkammerig (JUNGKLAUS 1898, SCHULZE 1987). In dieser Arbeit wurde die Einteilung des Walmagens in 4 Kammern plus die Ampulla duodenale gemäß der Definition von JUNGKLAUS (1898) gewählt (Abb. 24).

Die Vorgehensweise bei der parasitologischen Untersuchung des Verdauungstraktes der Schweinswale erfolgte wie bei den Seehunden (Kap. 6.2.1).

Zusätzlich wurde der Magen-Darm-Trakt eines Gewöhnlichen Delphins (*Delphinus delphis*, Abb. 49) untersucht. Das Tier strandete auf Sylt. Die biologischen Daten sind in Tab. 33 zusammengefaßt.

Außerdem verendete 1990 bei Büsum ein 6-12 Monate alter Finnwal (*Balaenoptera physalus*, Abb. 25), bei dessen Sektion der Magen untersucht werden konnte.



Abb. 24: Eröffneter Magen eines Schweinswales (1-4: Magenkammern; die 3. Magen-kammer ist nur noch embryonal nachweisbar; A = Ampulla duodenale).



Abb. 25: Der am 26.06.1990 vor Büsum verendete Finnwal (*Balaenoptera physalus*).

5.3 Ergebnisse

5.3.1 Robben

Die Seehunde des dänischen und des schleswig-holsteinischen Wattenmeeres stellen eine zusammenhängende Population dar und unterschieden sich in der Regel nicht in den parasitologischen Befunden. In den folgenden Berechnungen wurden daher die Tiere beider Gebiete zusammengenommen. Auf eventuell auftretende Unterschiede, z.B. in der Befallsintensität, wird besonders hingewiesen.

Der überwiegende Anteil der Nematoden wurde im Magen gefunden. Gelegentlich traten sie auch in der Speiseröhre, selten im Darm auf. Die Nematoden lagen meist frei im Magenlumen, selten waren sie in die Magenwand eingebohrt.

Insgesamt wurden in den 293 untersuchten Seehunden 5982 Nematoden aus drei Arten gezählt. Über 95% entfielen auf die Art *Pseudoterranova decipiens*, der Anteil von *Contracaecum osculatum* und *Anisakis simplex* blieb zusammen unter 5%.

Die Befallsrate mit Magennematoden nahm mit dem Alter der Endwirte zu. Der Anteil infizierter Seehunde stieg von 36% in der jüngsten Altersgruppe bis auf 98% bei älteren Tieren. Die Intensität schwankte je nach Altersgruppe der Seehunde zwischen 7,7 und 46,4 Nematoden pro Endwirt. Maximal wurden 719 Nematoden in einem Seehundsmagen gefunden.

Jahreszeitliche Tendenzen konnten wegen des teilweise geringen Stichprobenumfanges nur bedingt aufgezeigt werden und sind unter diesem Aspekt kritisch zu betrachten. Ältere Seehunde wiesen eine konstante Befallsrate von über 80% auf. Innerhalb der jüngsten Seehundsaltersgruppe ließ sich die Erstinfektion mit Nematoden nach Aufnahme von Fischnahrung deutlich dokumentieren. Junghunde waren im Juni (Hauptgeburtszeit) noch nematodenfrei, im Juli ließen sich die ersten Nematodenlarven nachweisen und im August schließlich waren erste Adultstadien der Fadenwürmer zu erkennen.

5.3.1.1 Verteilung der Nematoden innerhalb des Verdauungstraktes

Die Verteilung der Nematoden in den verschiedenen Abschnitten des Verdauungstraktes (Speiseröhre - Magen - Darm) wurde bei 90 Seehunden ermittelt. 77% der Seehunde hatten Nematoden im Magen, 21% in der Speiseröhre und nur bei 2% wurden sie im Darm nachgewiesen. Der normale Aufenthaltsort ist der Magen. Funde in der Speiseröhre weisen auf ein Auswanderungsverhalten der Nematoden nach dem Tod des Endwirtes hin, Funde im Darm sind als Ausscheidung abgestorbener Würmer zu deuten, da die gefundenen Nematoden stets in sehr schlechtem Zustand waren. Für die Ermittlung der Befallsrate von Seehunden mit Nematoden kann eine Quantifizierung im Magen als repräsentativ angesehen werden; denn nie waren die Fadenwürmer in der Speiseröhre oder im Darm vorhanden, wenn sie nicht auch im Magen gegenwärtig waren. Nematoden in der Speiseröhre traten bei

älteren Individuen häufiger auf als bei Jungtieren. Mehrjährige Seehunde wiesen zu 37% (16 von 43 infizierten Tieren) Nematoden in der Speiseröhre auf. In der mittleren Altersgruppe waren nur in 3 von 17 infizierten Seehunden (= 18%) Nematoden in diesem Teil des Verdauungstraktes, während bei jungen Seehunden (AG1) gar keine Nematoden in der Speiseröhre nachweisbar waren (9 infizierte Tiere).

Die Nematoden lagen in der Regel frei im Magen. Nur in wenigen Fällen fanden sie sich eingebohrt in die Magenwand. In zwei Fällen wurden sogenannte "Kappen" in der Magenschleimhaut gefunden, die sich während der Häutungsphase um die Mundregion der Würmer bilden (Abb. 26). Solche "caps" erwähnen auch McCLELLAND und RONALD (1974a). Nematodengeschwüre in der Magenwand waren nur bei 5 von 271 (1,8%) daraufhin untersuchten Seehunden vorhanden.

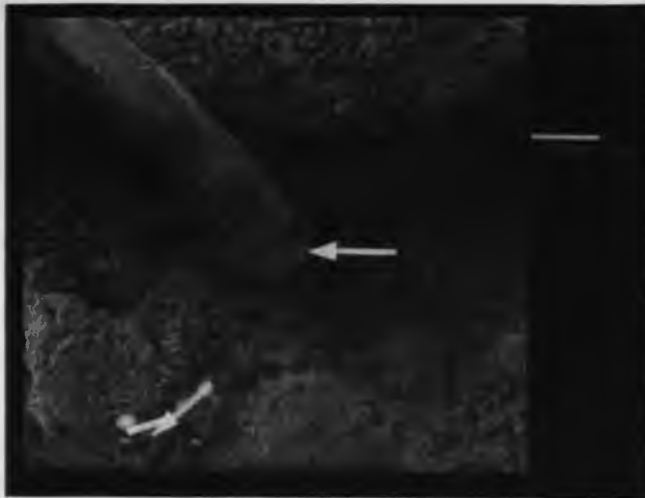


Abb. 26: Eingebohrter Nematode mit sogenannter "Kappe" ("cap") und "Kappe" in der Magenwand von *Phoca vitulina*.

5.3.1.2 Gesamtbefallsrate, -intensität und Abundanz

Die Befallsrate der Seehunde mit Magennematoden ist positiv korreliert mit dem Alter des Endwirtes. "Diesjährige" Seehunde waren zu 36% mit Nematoden infiziert. Neugeborene und noch saugende Jungtiere hatten keine Magenwürmer. Bei Seehunden der mittleren Altersgruppe stieg die Befallsrate auf 74% und ältere Seehunde waren zu 96% mit Nematoden infiziert (Abb. 27). Ein signifikanter Unterschied in der Befallsrate zwischen den beiden Geschlechtern der Robben konnte nicht festgestellt werden.

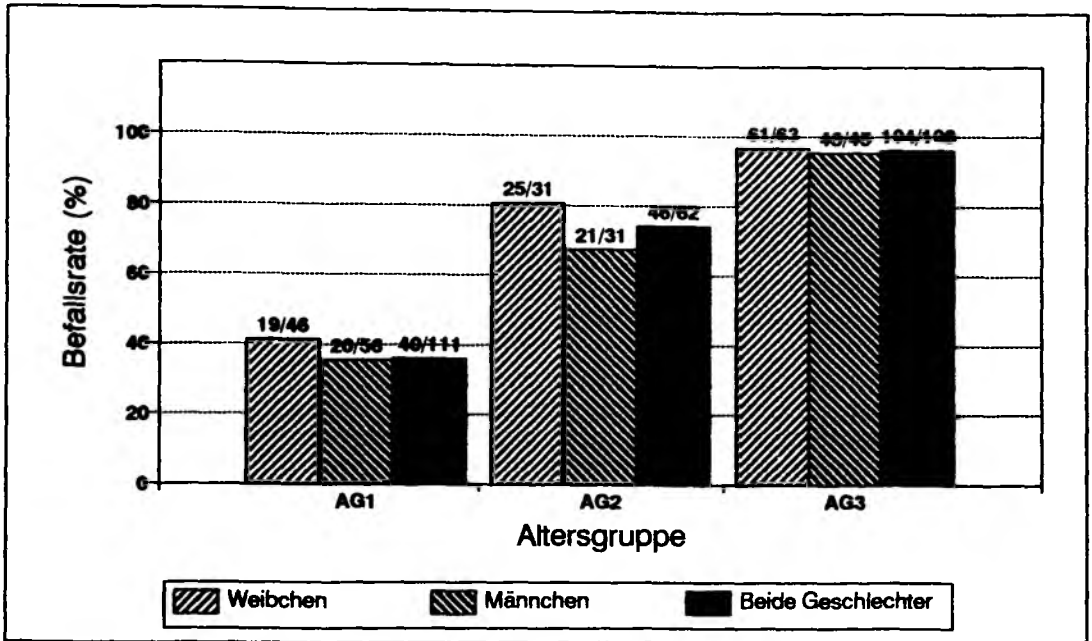


Abb. 27: Gesamtbefallsrate einzelner Altersgruppen von Seehunden in Abhängigkeit vom Geschlecht aus dem deutschen und dänischen Wattenmeer, 1988-1990. (Zahlen über den Balken = infizierte/untersuchte Seehunde).

Auch die mittlere Befallsintensität und die Abundanz sind positiv mit dem Alter des Endwirtes korreliert. Die erste Größe gibt Aufschluß über die Nematodenlast, die ein einzelner Seehund im Durchschnitt zu tragen hat, da nur die infizierten Individuen Berücksichtigung finden. Für eine quantitative Abschätzung der Übertragung von Nematoden auf die einzelnen Zwischenwirte in Abhängigkeit von der Populationsdichte des Endwirtes ist hingegen die Abundanz die maßgebende Größe, da stets ein Teil der Seehundspopulation nematodenfrei sein wird, was bei der Befallsintensität keine Berücksichtigung findet.

"Diesjährige" Seehunde wiesen im Durchschnitt 7,7 Nematoden pro infiziertem Individuum auf. Das Maximum lag bei 62. Unter Einbeziehung auch der nicht-infizierten Seehunde sinkt die Abundanz im Mittel auf 3,8 Nematoden. Bei "vorjährigen" Seehunden stieg die mittlere Intensität auf 16,8, die Abundanz auf 14,1 Nematoden. Die größte gefundene Nematodenzahl in dieser Altersgruppe betrug 159. Bei "mehrjährigen" Seehunden erreichte die mittlere Intensität einen Wert von 46,4, die Abundanz einen Wert von 46,0 Nematoden pro Seehund. Das Maximum lag bei 719 Nematoden in einem Seehundsmagen. Ein derart hoher Befall trat nur bei zwei Tieren im deutschen Wattenmeer auf (635 und 719 Nematoden). In beiden Fällen handelte es sich dabei jedoch überwiegend um larvale Nematodenstadien (77% bzw. 94%) und fast ausschließlich um die Art *P. decipiens* (Abb. 28).

Im Vergleich zum deutschen Teil des Wattenmeeres betrug die durchschnittliche Befallsintensität im dänischen Wattenmeer in allen drei Seehundsaltersgruppen fast immer weniger als die Hälfte (Tab. 26). Zwischen den beiden Geschlechtern der Seehunde bestand, bezogen auf die Befallsintensität, kein

Zwischen den beiden Geschlechtern der Seehunde bestand, bezogen auf die Befallsintensität, kein signifikanter Unterschied.

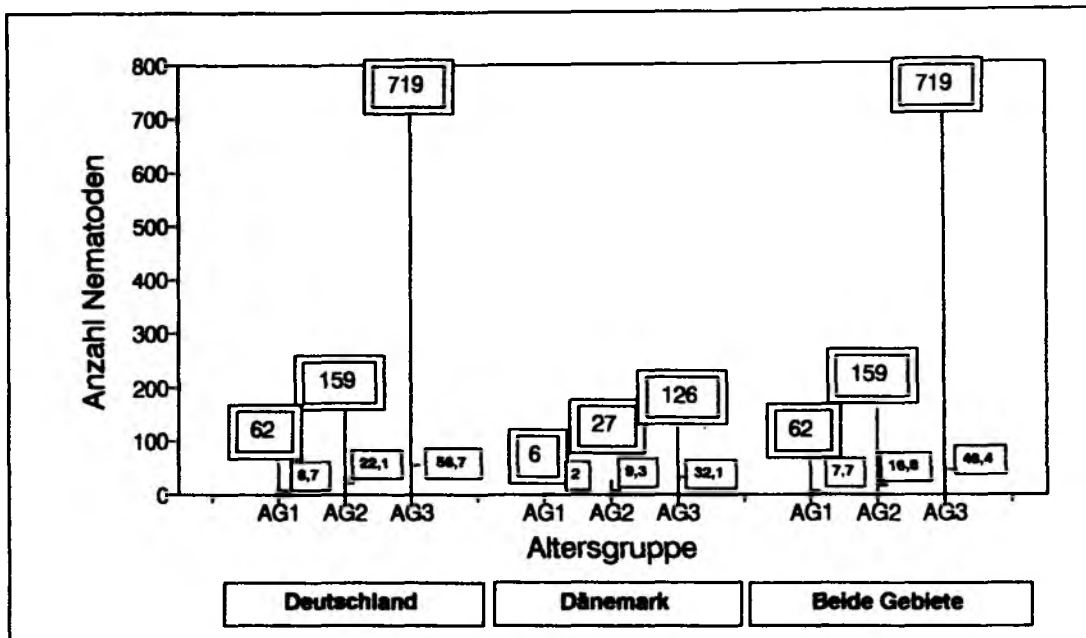


Abb. 28: Intensität des Nematodenbefalls der Seehunde im deutschen und dänischen Wattenmeer, 1988-1990. (Doppelt umrandet: Maximum; einfach umrandet: Mittelwert; Minimum = 1).

Tab. 26: Intensität und Abundanz des Nematodenbefalls bei Seehunden, 1988-1990.

GEBIET	SEEHUND- ALTERS- GRUPPE	ANZAHL SEEHUNDE UNTERSUCHT	INTENSITÄT		Std.- abw.	ANZAHL SEEHUNDE UNTERSUCHT	ABUNDANZ		Std.- abw.
			Min-Max	Mittel			Min-Max	Mittel	
Deutsch- land	AG1	24	1-62	8,7	14,6	78	0-62	3,8	9,9
	AG2	20	1-159	22,1	39,3	34	0-159	17,6	33,5
	AG3	60	1-719	56,7	120	63	0-719	55,7	118
Däne- mark	AG1	6	1-6	2,0	1,8	23	0-6	0,5	1,3
	AG2	19	1-27	9,3	8,0	21	0-27	8,4	8,0
	AG3	41	1-126	32,1	29,1	42	0-126	31,3	29,1
beide Gebiete	AG1	30	1-62	7,7	13,7	101	0-62	3,0	8,8
	AG2	39	1-159	16,8	30,4	55	0-159	14,1	27,2
	AG3	101	1-719	46,4	95,5	105	0-719	46,0	94,1

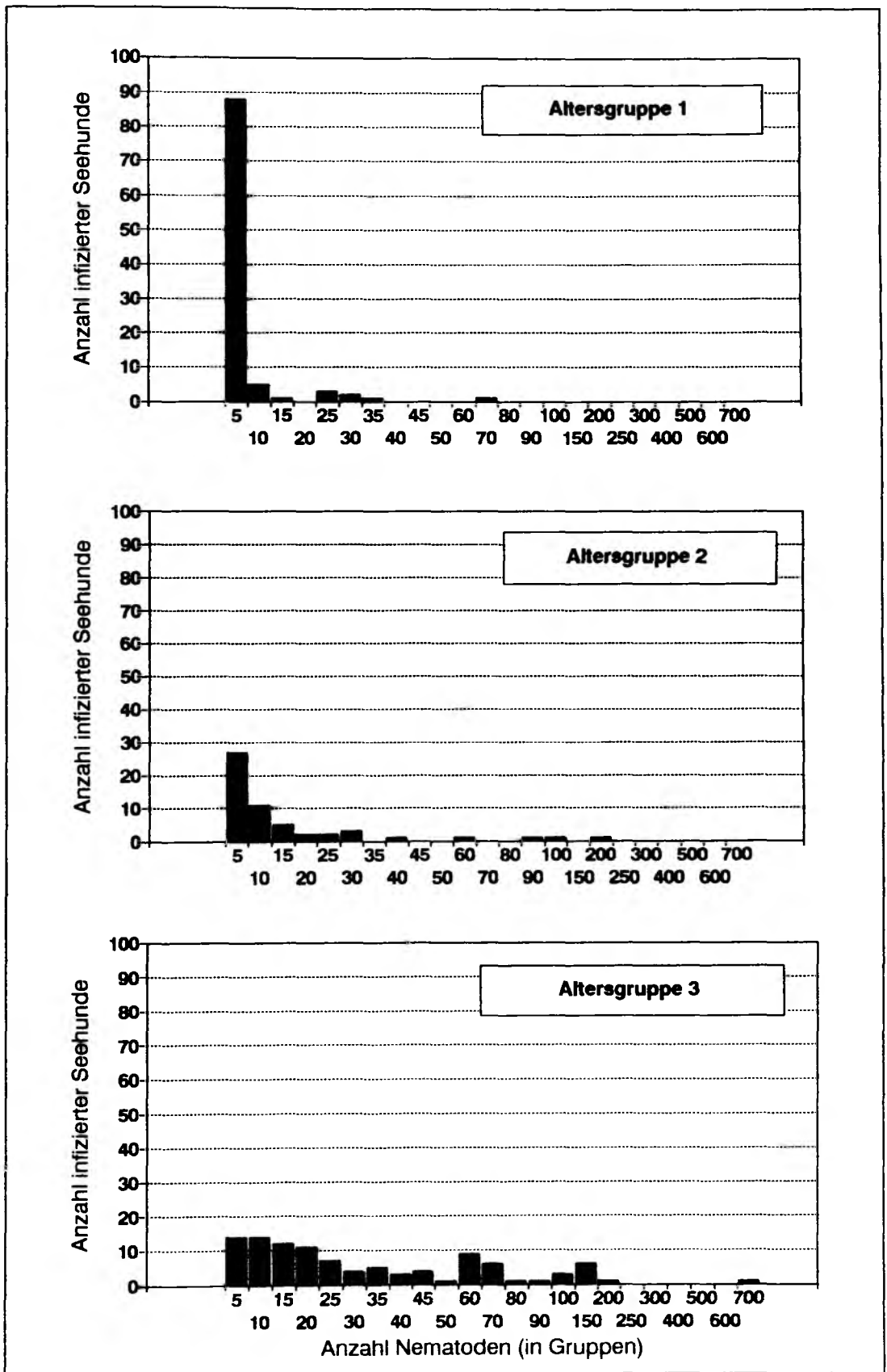


Abb. 29: Häufigkeitsverteilung der Nematodenintensität in den Mägen von Seehunden aus dem deutschen und dänischen Wattenmeer, 1988-1990. Nematodenzahl eingeteilt in Gruppen (1-5; 6-10; 11-15;; 60-80; 100-200; etc.).

Trotz teilweise hoher Maximalwerte, lag der Durchschnittswert gefundener Nematoden pro infiziertem Seehund vergleichsweise niedrig (Abb. 29). Dies erklärt sich dadurch, daß die meisten Seehunde nur eine geringe Anzahl Nematoden aufwiesen, während nur wenige Individuen stark infiziert waren. Die Häufigkeitsverteilung von Nematoden in den Mägen von Seehunden zeigt ferner, daß mit zunehmendem Alter des Endwirtes die Anzahl der Seehunde mit höheren Befallsintensitäten steigt (Abb. 29).

5.3.1.3 Relative Häufigkeit der nachgewiesenen Nematodenarten und -entwicklungsstadien

Drei Nematodenarten konnten im Verdauungstrakt der untersuchten Seehunde nachgewiesen werden: *Pseudoterranova decipiens*, *Contracaecum osculatum* und *Anisakis simplex*.

Pseudoterranova decipiens war die zahlenmäßig am stärksten vertretene Nematodenart (Abb. 30). Sie machte mehr als 90% der 5982 gefundenen Würmer aus (153 Nematoden konnten wegen des schlechten Zustandes nicht identifiziert werden, 144 konnten keiner Seehundsaltersgruppe zugeordnet werden). Bei "mehrjährigen" Seehunden stieg ihr Anteil sogar auf 97,6%. Die beiden anderen nachgewiesenen Nematodenarten *Contracaecum osculatum* und *Anisakis simplex* waren dagegen mit 2,2% und 0,6% im Mittel aller Seehundsaltersgruppen relativ selten. Zwischen den beiden Regionen Dänemark und Deutschland bestanden keine signifikanten Unterschiede in der Nematodenzusammensetzung (Tab. 27).

Tab. 27: Relative Häufigkeit (%) einzelner Nematodenarten in verschiedenen Seehundsaltersgruppen (n = Gesamtzahl untersuchter Nematoden pro Seehundsaltersgruppe).

SEEHUND- ALTERS- GRUPPE	DEUTSCHLAND				DÄNEMARK			
	ANZAHL NEMATODEN	<i>Pseudo- terranova</i>	<i>Contra- caecum</i>	<i>Ani- sakis</i>	ANZAHL NEMATODEN	<i>Pseudo- terranova</i>	<i>Contra- caecum</i>	<i>Ani- sakis</i>
AG 1	281	93,8	5,7	0,6	20	90,0	5,0	5,0
AG 2	232	94,8	4,3	1,0	505	94,1	4,6	1,4
AG 3	3764	97,8	1,5	0,6	913	96,0	3,7	0,3
Alle	4357	97,7	1,8	0,5	1472	95,3	3,9	0,8

SEEHUND- ALTERS- GRUPPE	BEIDE GEBIETE			
	ANZAHL NEMATODEN	<i>Pseudo- terranova</i>	<i>Contra- caecum</i>	<i>Ani- sakis</i>
AG 1	301	93,4	5,3	1,3
AG 2	737	95,8	3,7	0,5
AG 3	4677	97,6	1,9	0,6
Alle	5829	97,2	2,2	0,6

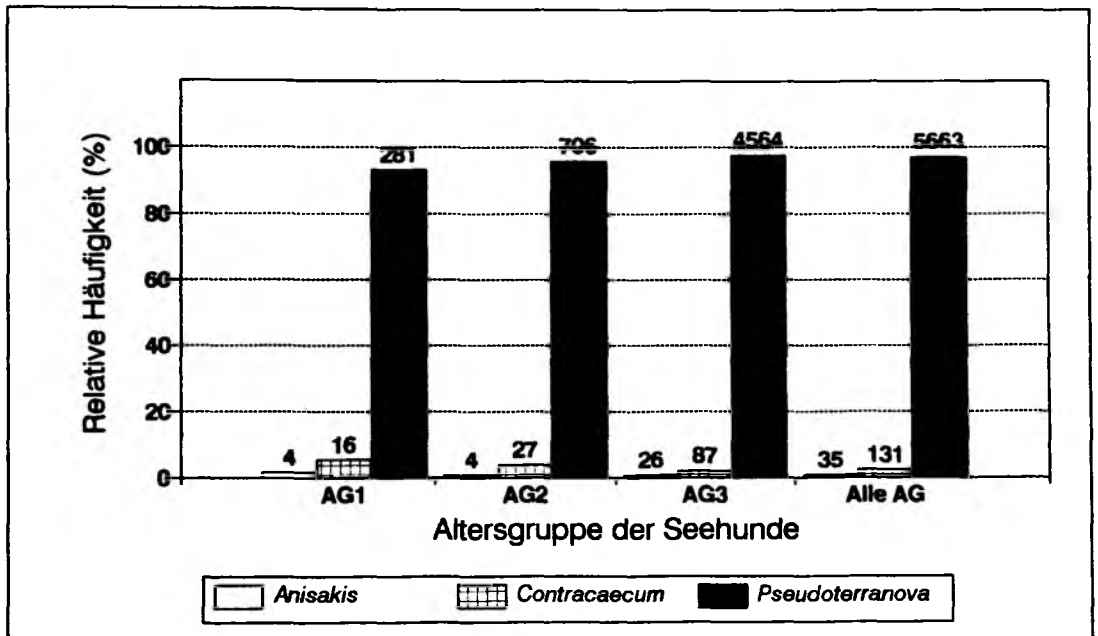


Abb. 30: Relative Häufigkeit (%) der einzelnen Nematodenarten in Seehunden des deutschen und dänischen Wattenmeeres, 1988-1990 (Zahlen über den Balken: absolute Nematodenzahl).

Aussagen über die Rolle mariner Säuger als Überträger von Nematoden lassen sich nur machen, wenn man die Zusammensetzung der Nematodenfauna in Bezug auf die einzelnen Entwicklungsstadien und Geschlechter kennt. Nur adulte, eiproduzierende Weibchen sind letztendlich für eine Verbreitung maßgebend. In vorliegender Arbeit wurde allerdings nur eine Unterscheidung in larvale (L3 + L4) und nicht-larvale (juvenile + adulte) Nematoden vorgenommen (Abb. 31). Der für die Verbreitung maßgebende Wert tatsächlich eiproduzierender Weibchen ist demnach noch geringer.

Das Verhältnis larvaler *Pseudoterranova* (52%) zu adulten Entwicklungsstadien (48%) war bezogen auf alle Seehundsaltersgruppen nahezu 1:1 (Abb. 32). Bei *C. osculatum* lag der Anteil adulter Nematoden im Vergleich zu larvalen Stadien - bei allerdings geringem Stichprobenumfang - mit 73% deutlich höher (Abb. 32). Das Verhältnis männlicher zu weiblicher *Pseudoterranova* betrug 0,98 : 1 (Tab. 28).

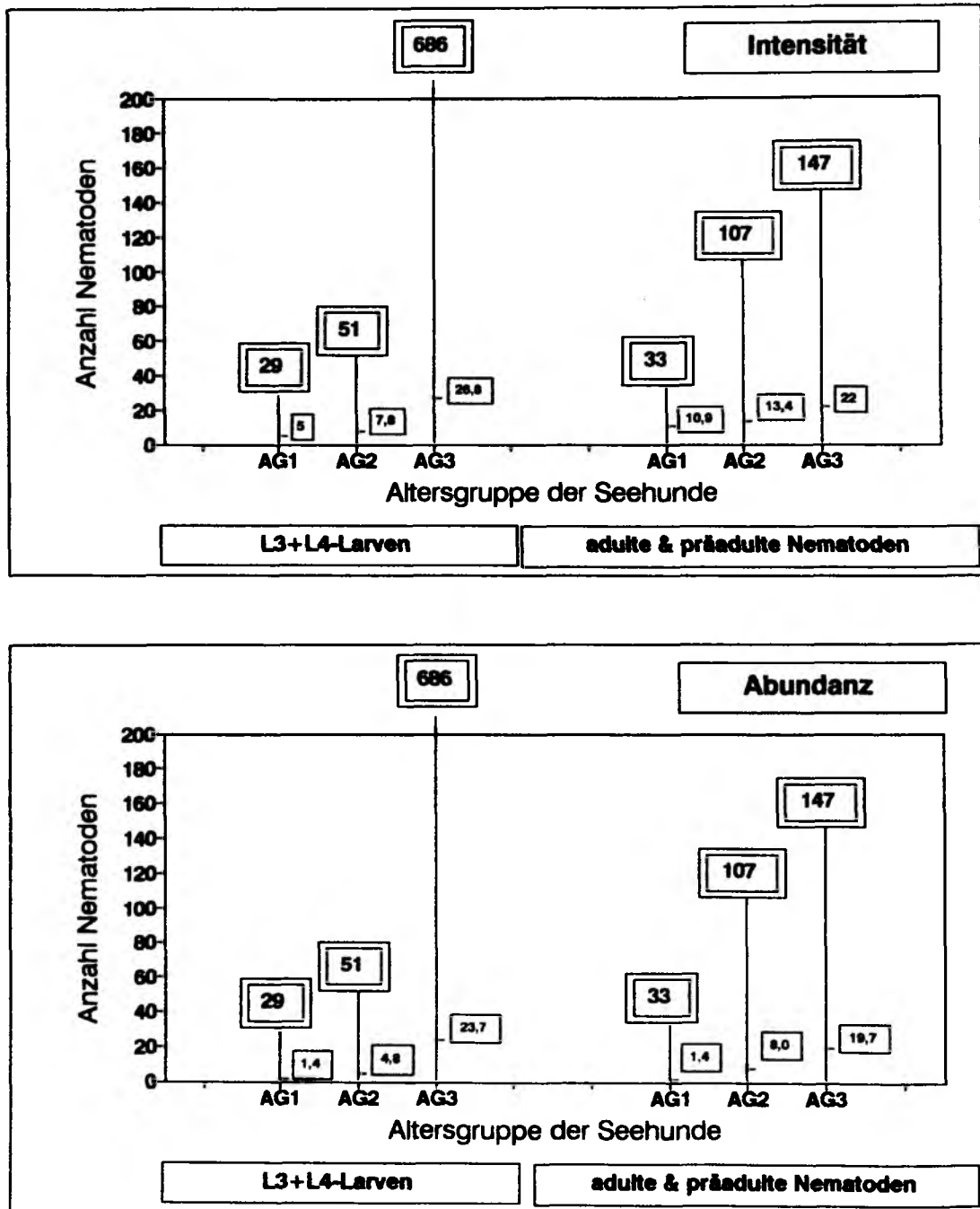


Abb. 31: Befallsintensität und Abundanz verschiedener Entwicklungsstadien von Magennematoden bei Seehunden des Wattenmeeres, 1988-1990 (doppelt umrandet: Maximum; einfach umrandet = Mittelwert; Minimum stets 1 bzw. 0).

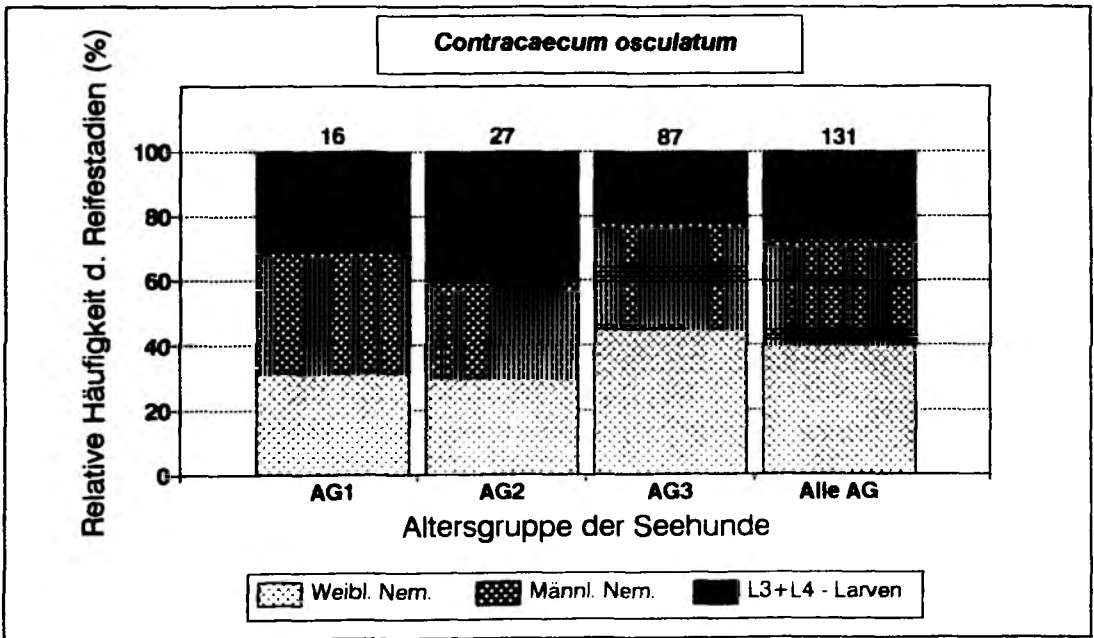
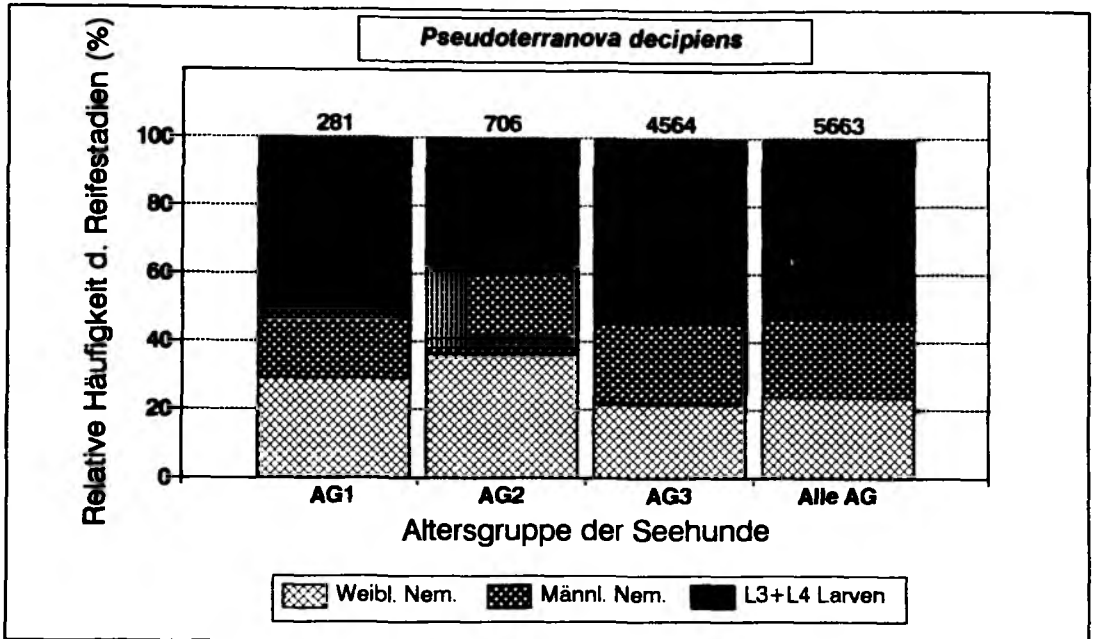


Abb. 32: Relative Häufigkeit (%) einzelner Entwicklungsstadien von *Pseudoterranova decipiens* und *Contracaecum osculatum* aus Seehunden des deutschen und dänischen Wattenmeeres, 1988-1990 (Zahlen über den Balken = Anzahl Nematoden).

Tab. 28: Geschlechterverhältnis von *Pseudoterranova decipiens* aus Seehunden des deutschen und dänischen Wattenmeeres, 1988-1990.

SEEHUND- GESCHLECHT	SEEHUND- ALTERS- GRUPPE	Nematodengeschlecht Männchen (%)	Weibchen (%)	Geschlechterverhältnis Nematoden Männchen : Weibchen
Männchen	AG 1	38,6	61,4	0,63 : 1
	AG 2	50,0	50,0	1 : 1
	AG 3	50,6	49,4	1 : 1,02
Weibchen	AG 1	42,9	57,1	0,93 : 1
	AG 2	46,5	53,5	0,87 : 1
	AG 3	50,8	49,2	1 : 1,03
Beide	AG 1	41,0	59,0	0,69 : 1
	AG 2	47,4	52,6	0,90 : 1
	AG 3	50,7	49,3	1 : 1,03
Beide	Alle	49,5	50,5	0,98 : 1

5.3.1.4 Befallscharakteristik einzelner Nematodenarten

Für alle drei nachgewiesenen Nematodenarten war eine Zunahme in der Befallsrate mit steigendem Alter des Endwirtes festzustellen (Abb. 33). Die meisten der Seehunde waren mit *Pseudoterranova* infiziert. Die Befallsrate mit dieser Nematodenart mit *Pseudoterranova* stieg von 30% bei den "diesjährigen" Seehunden bis auf 93% bei "mehrjährigen" Tieren. Mit *Contracaecum* war die Altersgruppe 1 zu 6%, die Altersgruppe 2 zu 20% und die Altersgruppe 3 zu 29% befallen. Am seltensten trat *Anisakis* auf. Nur 2% der "diesjährigen", 7% der "vorjährigen" und 15% der "mehrjährigen" Seehunde beherbergten diese Nematodengattung.

Von den drei nachgewiesenen Nematodenarten traten *Contracaecum* und *Anisakis* nur in geringer Zahl auf (Abb. 34). Ein Zusammenhang zwischen Alter der Seehunde und Befallsintensität mit diesen Würmern ließ sich nicht herstellen. Im Durchschnitt wurden 1,6, als Maximum 4 *Anisakis* in einem Seehund gefunden. *Contracaecum* war im Mittel mit 2,8 und maximal mit 13 Individuen pro Seehund vertreten. Lediglich bei *Pseudoterranova* war ein Anstieg in der Intensität mit zunehmendem Seehundsalter zu erkennen. Bei älteren Seehunden waren im Mittel 46,4 Individuen dieser Art zu finden. Der höchste Befall lag bei 717 Nematoden in einem Seehundsmagen.

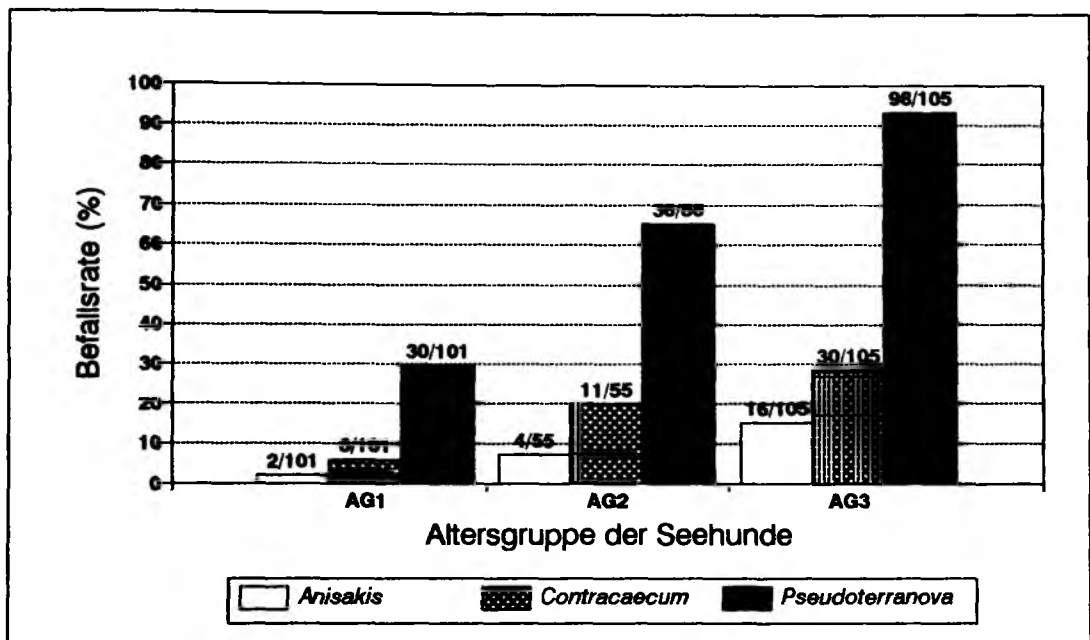


Abb. 33: Befallsrate der Seehunde mit einzelnen Nematodenarten im deutschen und dänischen Teil des Wattenmeeres, 1988-1990 (Zahlen über den Balken = infizierte/untersuchte Seehunde).

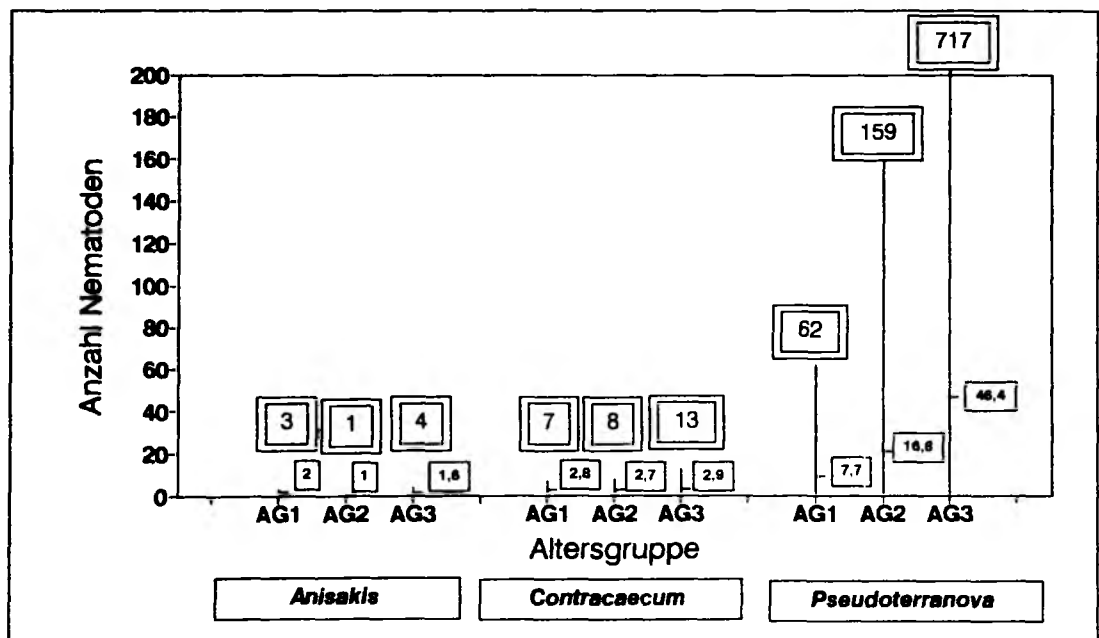


Abb. 34: Befallsintensität der drei in den Seehunden des Wattenmeeres nachgewiesenen Nematodenarten (doppelt umrandet: Maximum; einfach umrandet = Mittelwert; Minimum stets 1).

5.3.1.5 Saisonale Aspekte im Nematodenbefall von Seehunden

Abbildung 35 stellt die Gesamtbefallsrate im jahreszeitlichen Verlauf dar. Um auf einen größeren Stichprobenumfang zu kommen, wurden die Tiere der Jahrgänge 1988-1990 zusammengefaßt. Seehunde der jüngsten Altersgruppe wurden getrennt dargestellt. Die Befallsrate älterer Seehunde liegt meist über 80%. Lediglich im Juli sank sie auf 62% ab. Dies erklärt sich durch den Eintritt der nächstjüngeren Altersgruppe (AG 1), die ab diesem Monat als Altersgruppe 2 gewertet wird. In dieser Altersgruppe (AG2) waren im Monat Juli lediglich 52% (12/23) der untersuchten Seehunde infiziert, in Altersgruppe 3 hingegen 82% (9/11).

Die im Juni untersuchten Heuler wiesen noch keine Nematoden auf. Im Juli war dann eine erste Infektion bei 15% (4/27) der untersuchten Jungtiere festzustellen. Hierbei handelte es sich noch ausschließlich um larvale Nematoden, was auf eine Erstinfektion durch die beginnende Aufnahme von Fischnahrung hinweist. Die ersten Adultstadien von Nematoden konnten im August nachgewiesen werden (Abb. 37). Ihr Anteil betrug im August und September ca. 50%. Bei "vorjährigen" Seehunden war das Verhältnis larvaler zu nicht-larvaler Entwicklungsstadien während des untersuchten Zeitraumes weitgehend konstant 1:1. "Mehrjährige" Seehunde beherbergten von April bis Juni einen höheren Anteil nicht-larvaler Nematoden (60-75%). Ab Juli kehrte sich das Verhältnis um. Etwa 70% der gefundenen Nematoden waren larval. Während der Monate August bis Oktober nahm ihr Anteil wieder stetig ab. Eine Erklärung für diese Entwicklung liegt möglicherweise in dem starken Zustrom von Seehunden in den Sommermonaten, die sich hier dann durch Aufnahme entsprechender Fischarten wieder frisch mit Nematoden infizieren. Während der Wintermonate bleibt nur ein Teil der Seehundspopulation im Wattenmeer, der Rest wandert in andere Gebiete ab, deren Lage nicht genau bekannt ist.

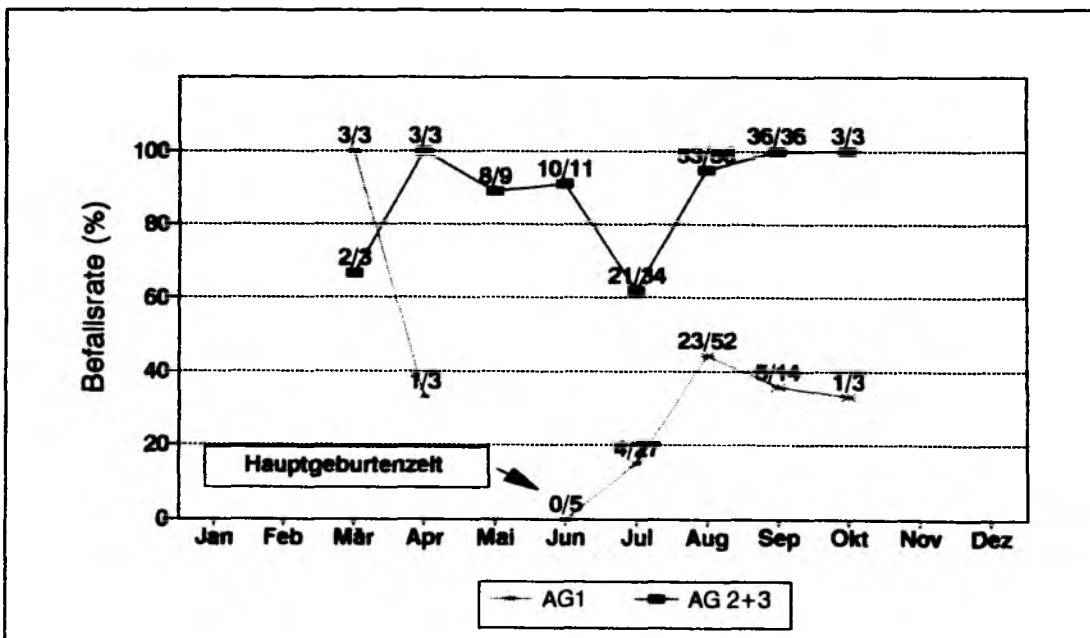


Abb. 35: Gesamtbefallsrate der Seehunde im deutschen und dänischen Wattenmeer im Jahresverlauf (Jahrgänge 1988-1990 zusammengefasst; Zahlen über den Symbolen = infizierte/untersuchte Seehunde).

In Bezug auf die relative Häufigkeit der drei Nematodenarten lassen sich im Jahresverlauf keine deutlichen Unterschiede erkennen (Abb. 36; Tab. 29). Lediglich in den Monaten Juni und Juli lag der Anteil von *Contracaecum osculatum* mit 14% bzw. 7% etwas höher.

Tab. 29: Relative Häufigkeit (%) einzelner Nematodenarten aus Seehunden des deutschen und dänischen Wattenmeeres im Jahresverlauf, 1988-1990.

MONAT	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
<i>Pseudoterranova</i>	keine Daten		92,0	94,7	96,6	85,0	91,3	98,2	98,1	96,6	keine Daten	
<i>Contracaecum</i>	keine Daten		2,0	5,3	0,9	14,1	7,5	1,4	1,4	3,4	keine Daten	
<i>Anisakis</i>	keine Daten		6,0	0,0	2,6	0,9	1,2	0,5	0,6	0,0	keine Daten	

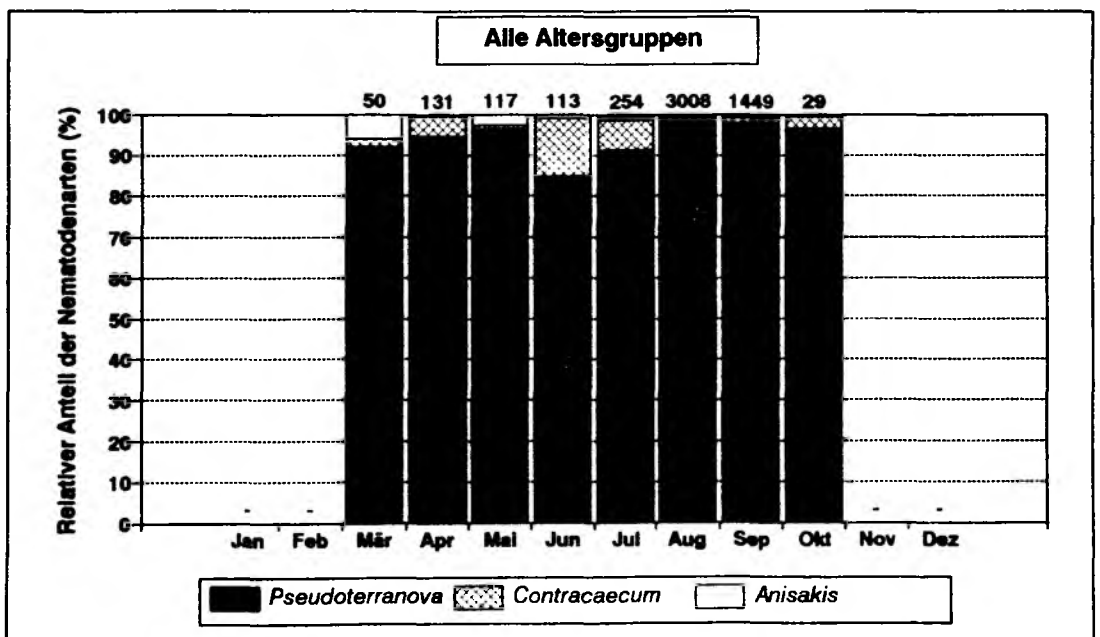


Abb. 36: Relative Häufigkeit einzelner Nematodenarten in Seehunden des deutschen und dänischen Wattenmeeres im Jahresverlauf (1988-1990 zusammengekommen).

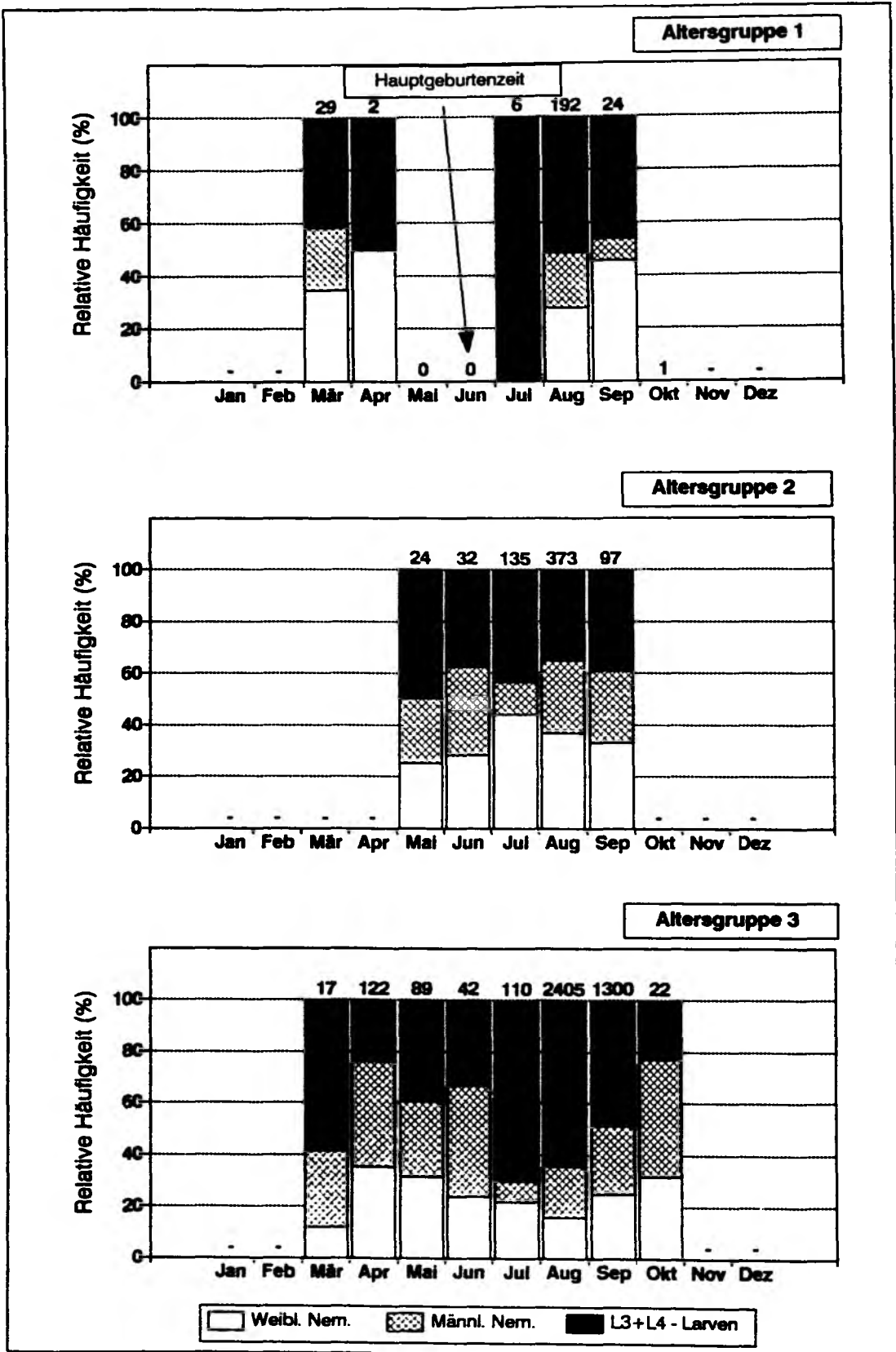


Abb. 37: Relative Häufigkeit einzelner Entwicklungsstadien von *Pseudoterranova* in Seehunden des Wattenmeeres im Jahresverlauf (1988-1990 zusammengefasst; Zahlen über den Balken = Anzahl Nematoden).

Andere Robbenarten

Zusätzlich zu den Seehunden konnten die Mägen einer Ringelrobbe (*Phoca hispida*) und einer Kegelrobbe (*Halichoerus grypus*) untersucht werden. Die biologischen Daten und Befunde über den parasitären Befall sind in Tab. 30 zusammengefaßt.

Die Ringelrobbe wies keinen Nematodenbefall im Magen auf. Die Kegelrobbe hingegen war mit insgesamt 1029 Nematoden infiziert. Den weitaus größten Teil machte mit 93,5% *Contracaecum osculatum* aus. Auf *Pseudoterranova decipiens* entfielen 3,1%, auf *Anisakis simplex* 3,4%. Von allen drei Nematodenarten wurden geschlechtsreife Individuen gefunden. Auffällig war der hohe Anteil juveniler und adulter Nematoden. 89% aller *Contracaecum* waren juvenil oder geschlechtsreif, nur 11% waren larvale Stadien.

Tab. 30: Biologische Daten und Nematodenbefall der untersuchten Ringelrobbe (a) und Kegelrobbe (b).

BEARB.-NR.	FUNDORT	FUNDdatum	GESCHLECHT	LANGE (cm)	GEWICHT (kg)	UMFANG (cm)
Ringelrobbe 14079	Friedrichskoog	03.09.85	männlich	104,5	24,5	74,0
Anzahl Nematoden im Magen: keine						
Kegelrobbe 14486	Sielksdorf	22.06.87	weiblich	157,0	100,0	115,0
Anzahl und Geschlecht der Nematoden im Magen:						
<i>Contracaecum osculatum</i> W M L4 L3				<i>Pseudoterranova decipiens</i> W M L4 L3		<i>Anisakis simplex</i> W M L4 L3
457 370 135 0				18 14 0 0		4 1 30* 0

* plus 2 im Darm

5.3.2 Wale

Schweinswal (*Phocoena phocoena*)

Von den 102 untersuchten Schweinswalen waren 28% mit Magenwürmern infiziert. Insgesamt wurden 1907 Nematoden gezählt. Auch hier nahm die Befallsrate mit zunehmendem Alter bzw. zunehmender Länge des Endwirtes zu. Sie lag bei älteren Individuen in der Ostsee mit 52% höher als in der Nordsee (23%). Im Verdauungstrakt der Schweinswale traten *Anisakis simplex* und *Pseudoterranova decipiens* auf. Letztere Art fand sich nur in Nordseewalen. Bis auf eine Ausnahme handelte es sich dabei um Larven. Die mittlere Befallsintensität mit Nematoden betrug bei Schweinswalen in der Ostsee 131,1, das Maximum 509 Würmer. In der Nordsee lag die mittlere Intensität mit 32,2 deutlich niedriger, das Maximum lag bei 136 Nematoden. Aussagen über jahreszeitliche Tendenzen waren aufgrund des zu geringen Stichprobenumfanges nicht möglich.

5.3.2.1 Verteilung der Nematoden innerhalb des Verdauungstraktes

Im Magen lagen die Nematoden meist in der 1. Magenkammer frei im Lumen, teilweise waren sie eingebohrt in die Magenwand (Abb. 38). Nur in 2 Fällen traten sie in der 2. Magenkammer auf. In der 3. und 4. Kammer sowie in der Ampulla duodenale waren keine Nematoden festzustellen. Im Darm fanden sich lediglich in 2 Fällen *Pseudoterranova*-Larven.



Abb. 38: Nematoden im Magen (1. Kammer) eines Schweinswales.

5.3.2.2 Gesamtbefallsrate, -intensität und Abundanz

Von den 102 untersuchten Schweinswalen waren 28% mit anisakiden Nematoden im Magen-Darm-Trakt infiziert. Deutliche Unterschiede in der Befallsrate zeigten sich jedoch in Abhängigkeit von Untersuchungsgebiet und Alter des Endwirtes (Abb. 39). In der Nordsee waren 15% (2/13) der "diesjährigen" und 23% (9/40) der älteren Schweinswale mit Magenwürmern infiziert. In der Ostsee lag die Befallsrate bei jungen Schweinswalen bei 21% (5/24), bei älteren Tieren bei 53% (12/23). Auch bei Einteilung der Schweinswale in einzelne Längen- und damit indirekt in Altersgruppen stieg die Befallsrate zunächst an, sank jedoch bei Nordseewalen größer 140 cm wieder ab (Abb. 40). In der Ostsee war diese Entwicklung nicht vorhanden.

In der Nordsee waren Schweinswale der jüngeren Altersgruppe im Durchschnitt mit 12,5 Nematoden befallen. Ältere Tiere wiesen im Mittel 32,2, maximal 136 Nematoden auf (Abb. 41). Berücksichtigt man auch die nicht befallenen Tiere, so erhält man für die Abundanz einen Wert 1,9 bei jungen und 7,3 bei älteren Schweinswalen. In der Ostsee lag die durchschnittliche Befallsintensität junger Schweinswale durchschnittlich bei 4,5 Nematoden (Maximum: 10). Ältere Wale hatten im Mittel 131,1 Nematoden. Das Maximum lag bei 509 (Abb. 41). Unter Berücksichtigung der nicht befallenen Tiere reduziert sich die Abundanz auf 0,8 Nematoden bei jungen und auf 68,4 Nematoden bei älteren Schweinswalen.

Die Befallsintensität der untersuchten Schweinswale steigt mit zunehmender Länge des Endwirtes an (Abb. 42). Schweinswale kleiner als 100 cm waren frei von Nematoden. In der Ostsee stieg die mittlere Intensität von 5,5 Nematoden bei Tieren zwischen 100 und 120 cm bis auf 153,7 Nematoden bei Schweinswalen bis 140 cm an. Bei Tieren über 140 cm Länge lag die mittlere Intensität bei 136,4 Würmern (Abb. 42). Die Mehrzahl der Tiere war mit weniger als 10 Nematoden befallen (Abb. 43).

5.3.2.3 Relative Häufigkeit und Befallscharakteristik der einzelnen Nematodenarten und -entwicklungsstadien

In den Schweinswalmägen wurden zwei Nematodenarten nachgewiesen: *Anisakis simplex* und *Pseudoterranova decipiens*. Letztere Art trat nur in der Nordsee auf (Abb. 46). Hier waren Schweinswale der jüngeren Altersgruppe ausschließlich mit dieser Nematodenart infiziert. Die Befallsrate betrug 15%. Ältere Schweinswale wiesen in der Nordsee eine Befallsrate von 13% mit *Pseudoterranova* auf, mit *Anisakis* waren 18% infiziert. Insgesamt wurden in den 53 untersuchten Walen 116 Individuen der Gattung *Pseudoterranova* gefunden. Im Vergleich zu *Anisakis* macht das 63% aus. Da *Anisakis* nur in älteren Schweinswalen auftrat, erhöht sich ihr relativer Anteil bezogen auf diese Altersgruppe auf 69% (Abb. 44). *Pseudoterranova* kam, abgesehen von einer Ausnahme, jedoch nur als drittes und viertes Larvenstadium vor. Lediglich in einem Fall fand sich ein juveniles Männchen.

In der Ostsee war hingegen nur *Anisakis* nachzuweisen. In den 48 Schweinswalen aus der Ostsee wurden insgesamt 1591 Nematoden dieser Gattung gefunden. Ein Drittel aller gefundenen Nematoden pro Altersgruppe der Wale waren larval. Der Anteil adulter und präadulter Männchen und Weibchen lag mit 70% deutlich höher als bei den hauptsächlich mit *Pseudoterranova* befallenen Seehunden (48%; Abb. 45 & 32).

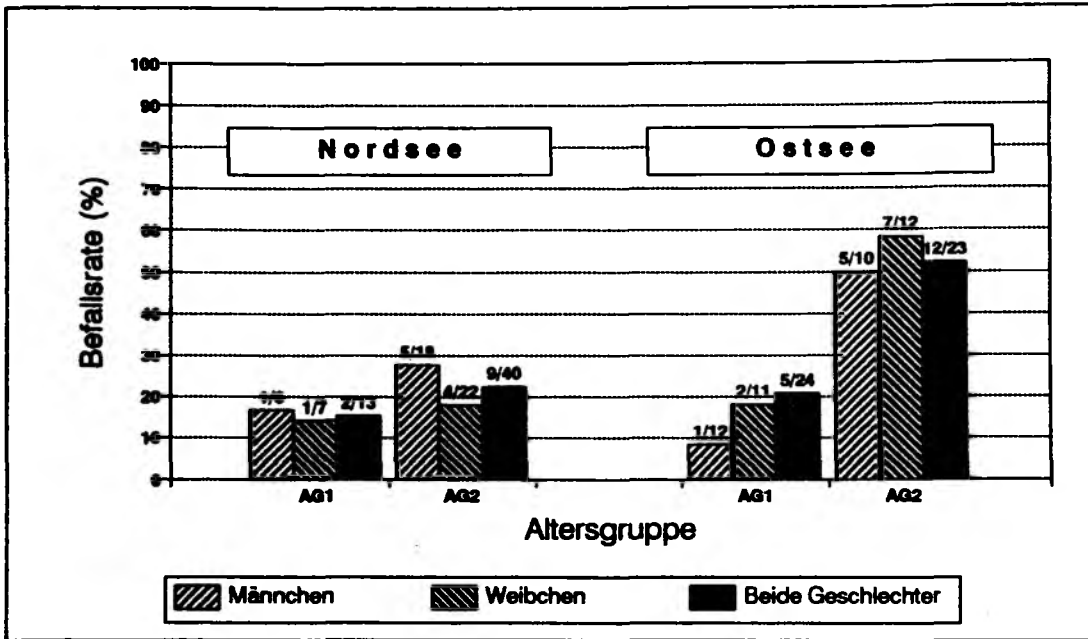


Abb. 39: Gesamtbefallsrate mit Nematoden von Schweinswalen in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht, 1985-1990 (Zahlen über den Balken = infizierte/untersuchte Schweinswale).

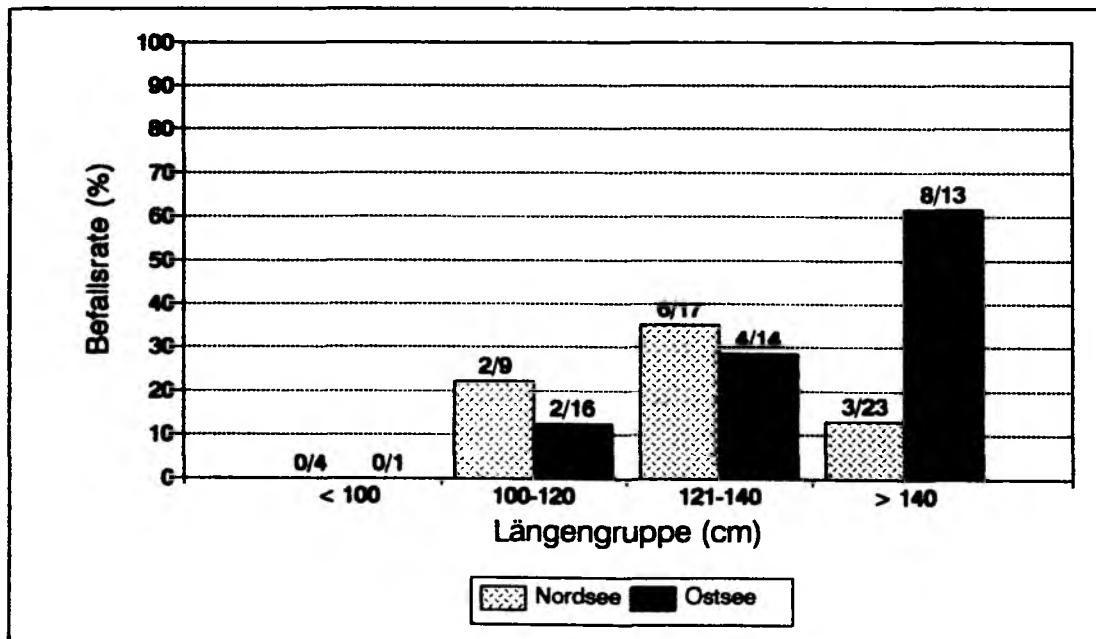


Abb. 40: Gesamtbefallsrate mit Nematoden in Abhängigkeit von der Gesamtlänge der Schweinswale, 1985-1990 (Zahlen über den Balken = infizierte/untersuchte Schweinswale).

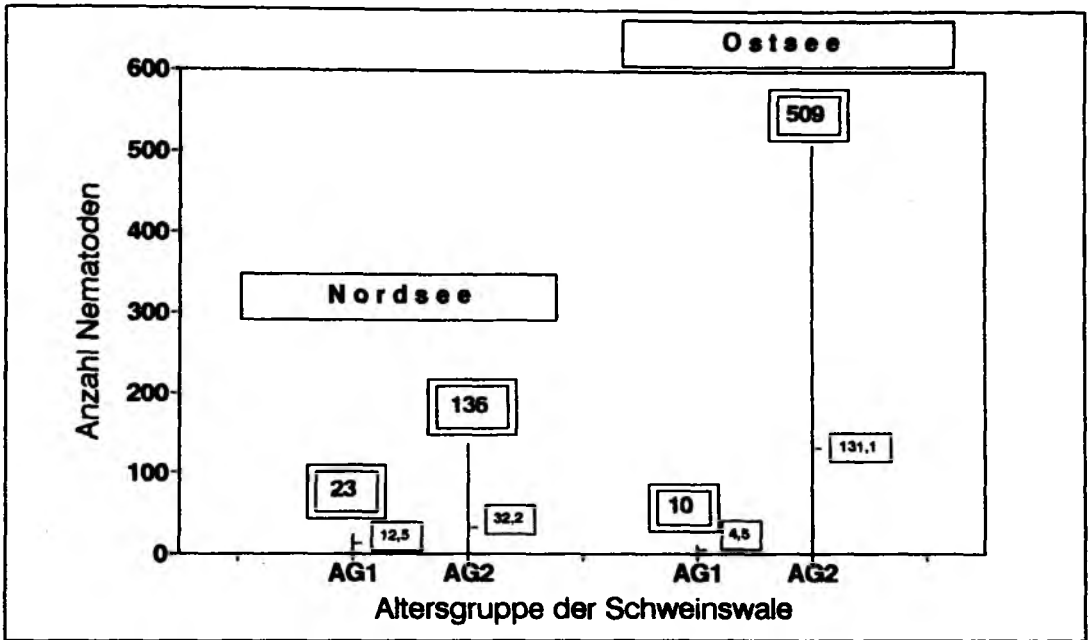


Abb. 41: Intensität des Nematodenbefalls bei Schweinswalen, 1985-1990 (doppelt umrandet: Maximum; einfach umrandet: Mittelwert; Minimum stets 1).

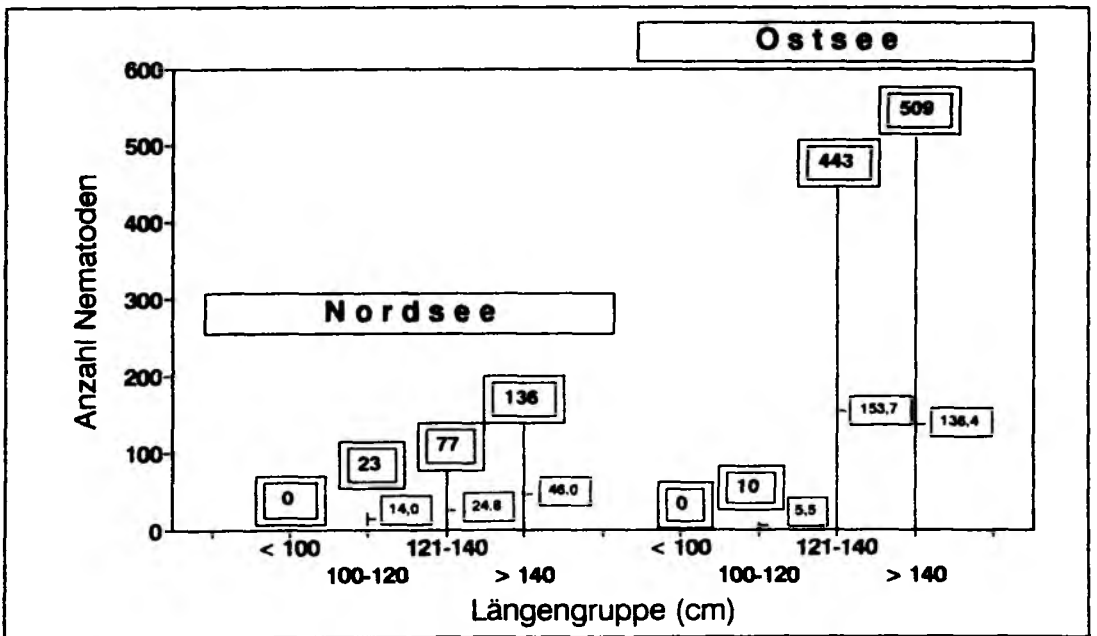


Abb. 42: Intensität des Nematodenbefalls bei Schweinswalen in Abhängigkeit von der Länge des Endwirtes (doppelt umrandet: Maximum; einfach umrandet: Mittelwert; Minimum stets 1).

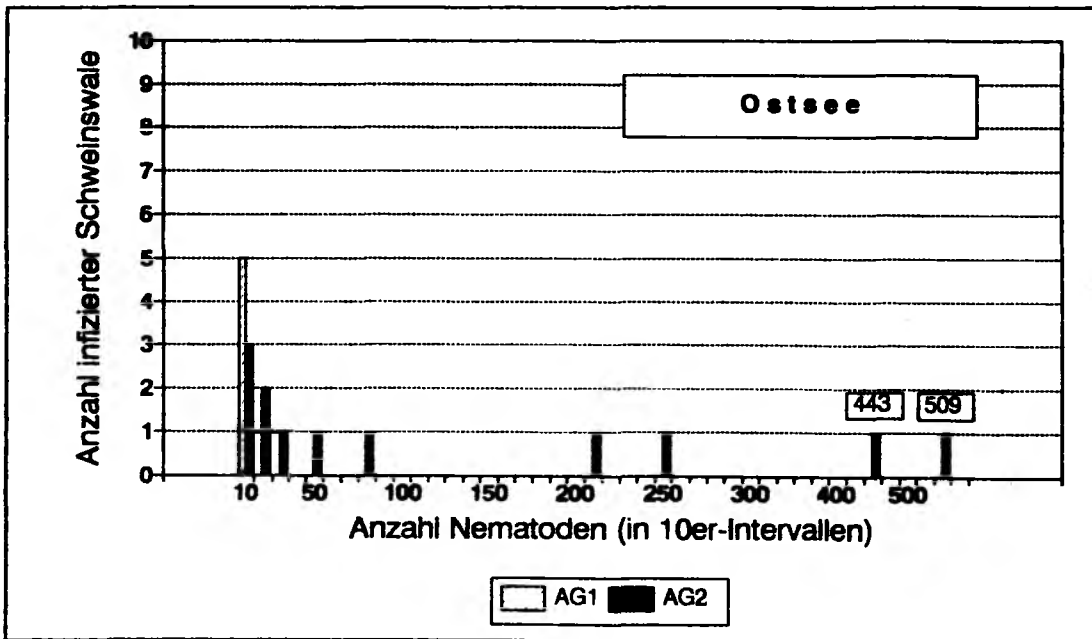
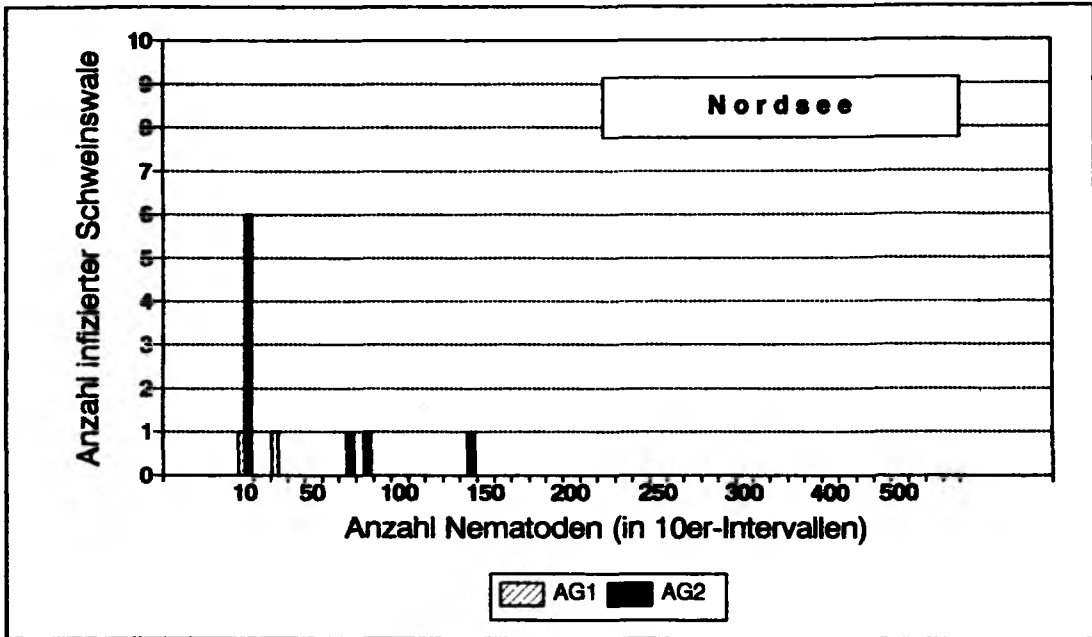


Abb. 43: Häufigkeitsverteilung der Intensität des Nematodenbefalls bei Schweinswalen, 1985-1990 (Intensität in 10er-Intervallen: 1-10; 11-20; 21-20; etc.).

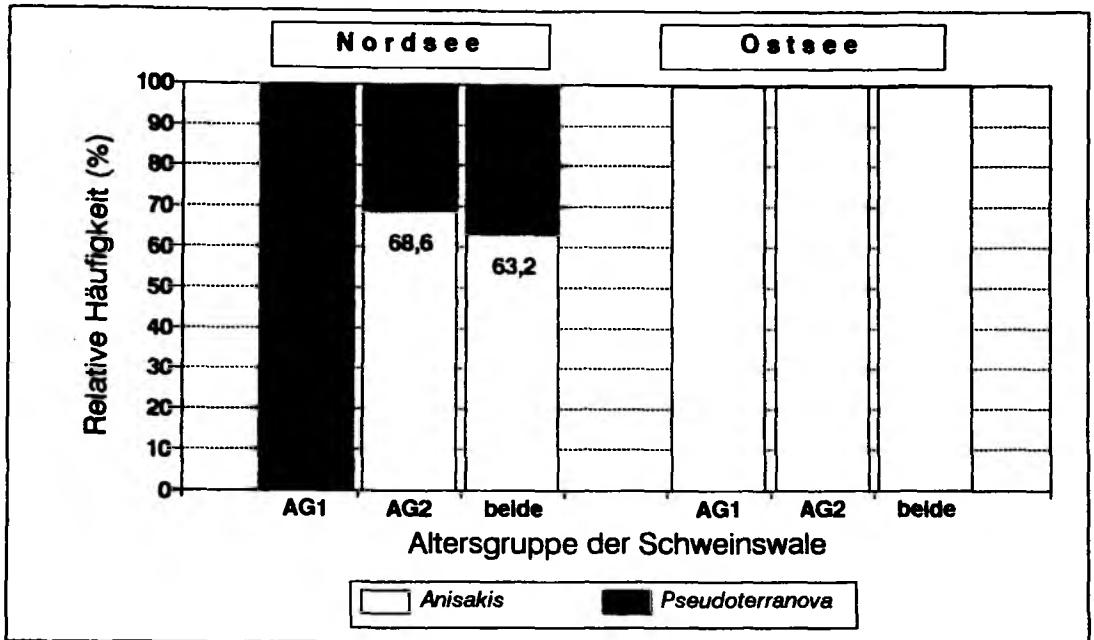


Abb. 44: Relative Häufigkeit der nachgewiesenen Nematodenarten in Schweinswalen der Nord- und Ostsee, 1985-1990.

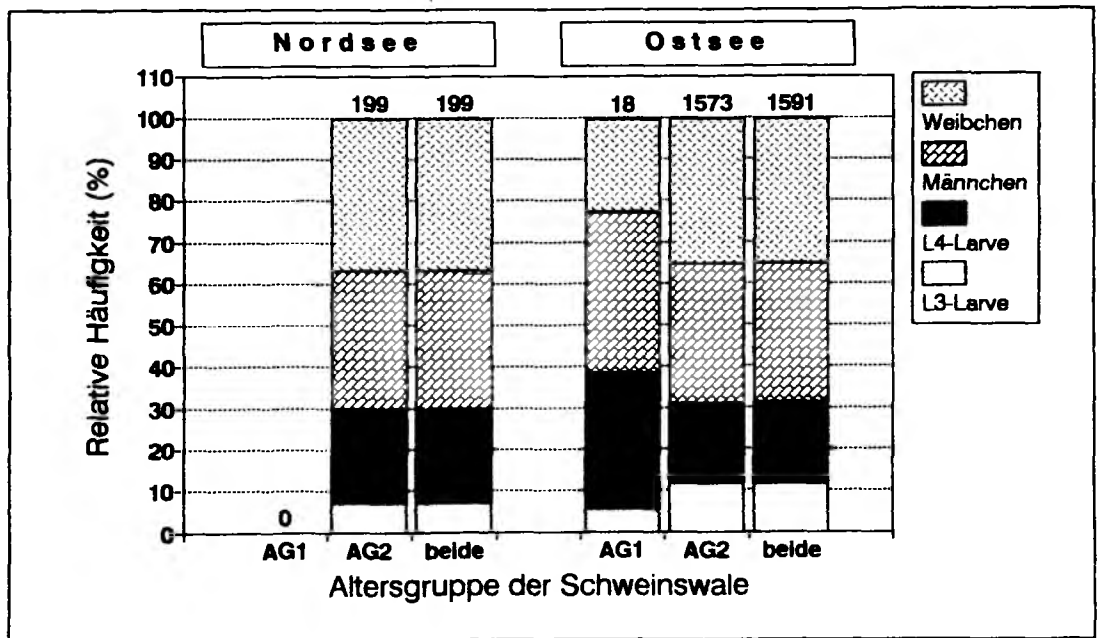


Abb. 45: Anteil der verschiedenen Entwicklungsstadien von *Anisakis* aus dem Verdauungstrakt von Schweinswalen, 1985-1990 (Zahlen über den Balken = Anzahl Nematoden).

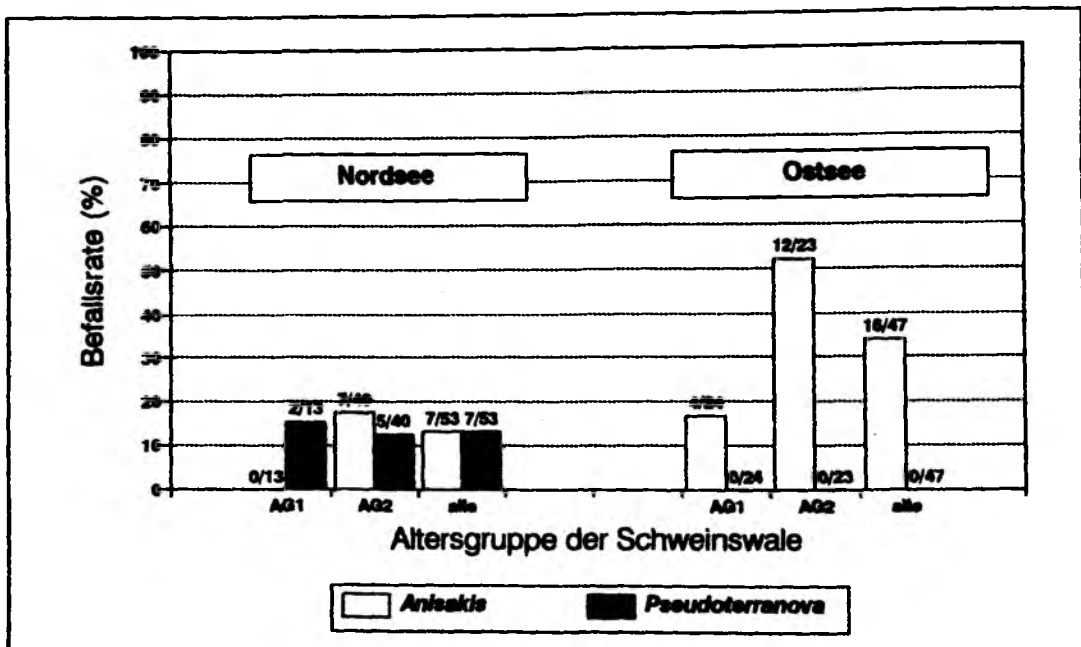


Abb. 46: Befallsrate von Schweinswalen mit den einzelnen Nematodenarten, 1985-1990 (Zahlen über den Balken = infizierte/untersuchte Schweinswale).

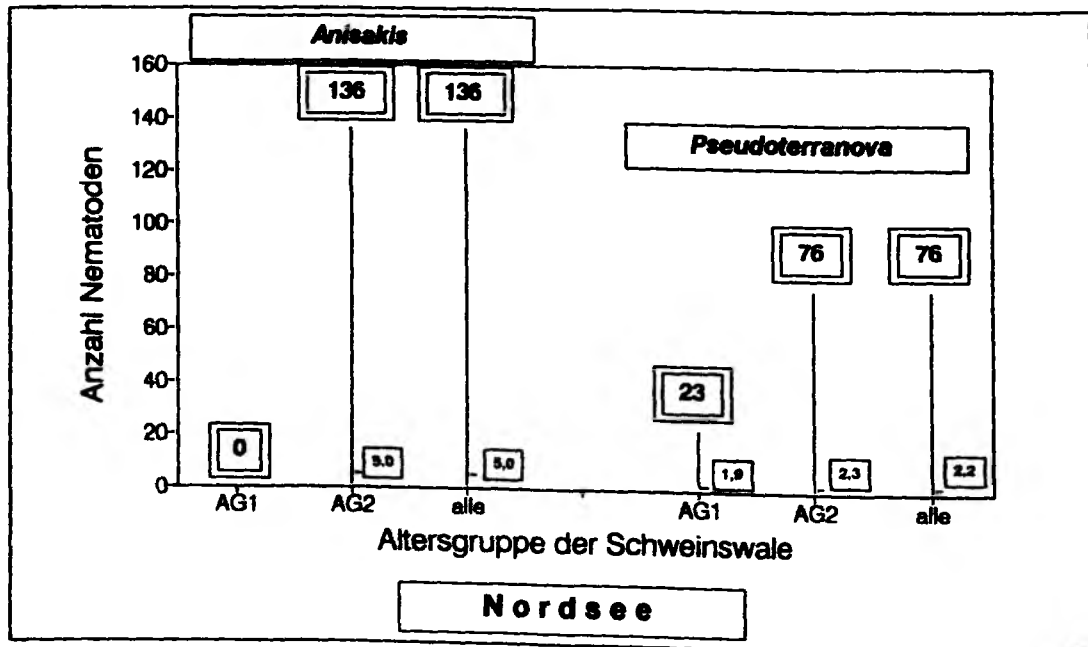


Abb. 47: Befallsintensität von Schweinswalen mit den einzelnen Nematodenarten (Nordsee, 1985-1990) (doppelt umrandet: Maximum; einfach umrandet: Mittelwert; Minimum stets 1).

Ein Vergleich der Befallsraten mit den unterschiedlichen Entwicklungsstadien zeigte keine signifikanten Unterschiede. Auch zwischen den beiden Geschlechtern der Wale waren keine deutlichen Unterschiede bezüglich des Nematodenbefalles zu erkennen.

Der durchschnittliche Befall mit *Anisakis* lag bei älteren Schweinswalen in der Nordsee bei 5,0 Nematoden. Jüngere Tiere waren, wie bereits erwähnt, in diesem Gebiet nicht mit dieser Nematodenart infiziert. *Pseudoterranova* war im Mittel mit 1,9 Individuen bei jungen und mit 2,3 Individuen bei älteren Walen vertreten (Abb. 47). In der Ostsee entspricht die mittlere Intensität für *Anisakis simplex* der der Gesamtbefallsintensität (Abb. 41).

5.3.2.4 Saisonale Aspekte im Nematodenbefall von Schweinswalen

Über jahreszeitliche Schwankungen in der Befallsrate lassen sich aufgrund des geringen Stichprobenumfangs keine Aussagen treffen. Die Anzahl befallener Schweinswale pro Monat und Altersgruppe ist in Tab. 31 dargestellt. Es fällt jedoch auf, daß in der Nordsee von April bis Oktober von 20 Tieren der Altersgruppe 2 keines mit *Anisakis* befallen war. Hingegen lag die Befallsrate in den Monaten Dezember bis März bei 46% (6 von 13 Tieren).

Ein Vergleich der Befallsrate während verschiedener Jahre (1986 bis 1990) ergab aufgrund des geringen Stichprobenumfangs keine Unterschiede (Tab. 32).

Tab. 31: Anzahl befallener Schweinswale im Jahresverlauf (Tiere von 1985 bis 1990 zusammengefaßt).

MONAT	NORDSEE				OSTSEE	
	alle Nematoden		<i>Anisakis</i>		<i>Anisakis</i> *	
	AG 1	AG 2	AG 1	AG 2	AG 1	AG 2
Jan	-	2/3	-	1/3	-	1/1
Feb	-	1/2	-	1/2	-	-
Mär	0/2	1/2	0/2	1/2	-	-
Apr	-	1/2	-	0/2	-	-
Mai	0/1	1/1	0/1	0/1	1/5	4/6
Jun	0/2	0/2	0/2	0/2	-	0/2
Jul	1/2	0/3	0/2	0/3	-	0/1
Aug	1/2	0/4	0/2	0/4	0/2	3/7
Sep	0/3	0/4	0/3	0/4	1/5	1/2
Okt	-	0/4	-	0/4	-	1/1
Nov	-	1/3	-	1/3	0/9	2/2
Dez	-	2/3	-	2/3	0/1	0/1

* In der Ostsee wurden nur *Anisakis* nachgewiesen

Tab. 32: Anzahl befallener Schweinswale während verschiedener Jahre (1985-1990).

JAHR	NORDSEE				OSTSEE	
	alle Nematoden		<i>Anisakis</i>		<i>Anisakis</i> *	
	AG 1	AG 2	AG 1	AG 2	AG 1	AG 2
1985	0/1	-	0/1	-	-	-
1986	0/1	0/3	0/1	0/3	-	0/2
1987	0/2	1/2	0/2	1/2	0/2	6/6
1988	1/2	0/6	0/2	0/6	2/4	3/4
1989	1/6	3/13	0/6	2/13	0/10	0/3
1990	0/1	4/8	0/1	2/8	0/6	3/8

* In der Ostsee wurden nur *Anisakis* nachgewiesen

5.3.2.5 Pathologische Veränderungen der Magenwand

Geschwüre der Magenwand, die durch das Einbohren anisakider Nematoden verursacht werden, finden sich bei Schweinswalen im Gegensatz zu den untersuchten Seehunden häufiger. Bei 11 von 52 Tieren (21%) aus der Nordsee und bei 10 von 36 Tieren (28%) aus der Ostsee konnten derartige pathologische Veränderungen festgestellt werden. Die Größe der Geschwüre schwankte von kleinen etwa 1 mm messenden Einbohrlöchern, die von einzelnen Nematoden herrührten, bis zu großen "blumenkohlartigen" Geschwüren mit einem Innendurchmesser von ca. 1,5 cm und einem Außendurchmesser von ca. 5 cm (Abb. 48). Meist waren derartige Geschwüre in der 1. Magenkammer lokalisiert. Nur in einem Fall traten sie auch in der 2. Magenkammer auf.



Abb. 48: Nematodengeschwür in der Magenwand eines Schweinswales mit mehreren eingebohrten Nematoden (*Anisakis simplex*).

Neben den durch Nematoden verursachten Geschwüren fanden sich pathologische Veränderungen der Magenwand, die sich vor allem durch eine starke Kollagenisierung auszeichneten, und aus denen Trematoden der Art *Campula oblonga* isoliert werden konnten. Derartige Veränderungen fanden sich bei insgesamt 12 Schweinswalen. Davon stammten 10 Tiere aus der Nordsee, d.h. die Befallsrate lag in diesem Gebiet bei 19,2%, während sie in der Ostsee nur 6,6% betrug. Bei den Nordseetieren fällt auf, daß derartige Geschwüre nur bei Walen der Altersgruppe 2 auftraten. In 10 der Fälle waren die "Trematodengeschwüre" in der 4. Magenkammer, meist am Übergang zur Ampulla duodenale ("5. Kammer") lokalisiert, in zwei Fällen befanden sie sich in der 2. Magenkammer.

Andere Wale

Im Magen des untersuchten *Delphinus delphis* befanden sich insgesamt 2169 *Anisakis simplex*. 77% davon waren Larven (L3 + L4). Das Geschlechterverhältnis der adulten Nematoden war nahezu 1:1 (248 M, 247 W). Die Magenwand der 1. Magenkammer wies drei Nematodengeschwüre auf (Durchmesser: 5 cm; 2 cm; 1,5 cm). Der Großteil der Nematoden war in das große Geschwür eingebohrt. Die restlichen Nematoden lagen frei im Lumen. Der etwa 18 m lange Darm war frei von Parasiten. Nahrungsreste waren nicht vorhanden.

Der Magen des am 26.06.1990 im Hafen von Büsum geborgenen Finnwales (*Balaenoptera physalus*, 12,5 m; 6-12 Monate alt) war im wesentlichen gefüllt mit Braunalgen (*Laminaria* sp.). Desweiteren fanden sich Teerreste sowie einige Plastiktüten. Fische, Crustaceen oder Nematoden waren nicht zu finden. Der gesamte Mageninhalt entsprach mehr als 100 Litern.

Tab. 33: Biologische Daten und Nematodenbefall des untersuchten Gewöhnlichen Delphins (*Delphinus delphis*) (Entwicklungsgrad der Nematoden: W = Weibchen; M = Männchen).

BEARB.-NR.	FUNDORT	FUNDDATUM	GESCHLECHT	LÄNGE (cm)	GEWICHT (kg)	UMFANG (cm)
<i>Delphinus delphis</i> Nr. 16661	Sylt	27.03.90	weiblich	(193)*	(62)*	-
Anzahl und Geschlecht der Nematoden im Magen:						
<i>Contraecum osculatum</i>				<i>Pseudoterranova decipiens</i>		<i>Anisakis simplex</i>
W	M	L4	L3	W	M	L4 + L3
0	0	0	0	0	0	0
						248 247 1674

* Maße ohne Kopf des Tieres



Abb. 49: Auf Sylt gestrandeter Gewöhnlicher Delphin (*Delphinus delphis*, Foto: Birgit Hüssel).

5.4 Diskussion

Im Wattenmeer stellt der Seehund den Hauptendwirt für den "Kabeljauwurm", *Pseudoterranova decipiens*, dar. Über 90% der gefundenen Nematoden gehörten dieser Art an. *Contracaecum osculatum* wurde im Mittel aller Seehundsaltersgruppen zu 2%, *Anisakis simplex* zu weniger als 1% nachgewiesen. Auch WEBER (1988) und CLAUSSEN (1990) fanden diese Nematodenart bei ihren Untersuchungen im deutschen Wattenmeer am häufigsten vor. WEBER gibt den relativen Anteil von *Pseudoterranova* mit 73% an. Bei CLAUSSEN fehlen diesbezügliche Angaben. Bei HAGMANN (1976) erwiesen sich alle identifizierten Nematoden aus Seehunden niedersächsischer Gewässer als *Pseudoterranova*. HAVINGA (1933) gibt *Porrocaecum* (= *Pseudoterranova*) *decipiens* und *Contracaecum osculatum* als Magenwürmer in Seehunden niederländischer Gewässer an. Nach LUNNERYD (1990) gehörten 71% aller gefundenen Nematoden im Kattegat-Skagerrak sowie der schwedischen Ostseeküste der Art *P. decipiens* an.

Contracaecum und *Anisakis* spielten in Übereinstimmung mit anderen Autoren nur eine untergeordnete Rolle. WEBER (1988) und LUNNERYD (1990) ermittelten für den Anteil von *Contracaecum* an der Gesamtheit aller Nematoden 20%, für *Anisakis* 8%. Keine *Anisakis* fanden CLAUSSEN (1990) und HAGMANN (1976) im Wattenmeer sowie PALSSON (1977) in isländischen Gewässern.

Anisakis wird in Seehunden wahrscheinlich nicht oder nur selten geschlechtsreif. In den 293 untersuchten Seehunden wurden hier nur larvale oder juvenile *Anisakis* gefunden. Dies deckt sich mit den Befunden von YOUNG (1972) und LUNNERYD (1990). Diese Autoren fanden ebenfalls nur larvale *Anisakis*. BROEK & WENSVOORT (1959) fanden nur 1 adultes Exemplar. Lediglich WEBER (1988) gibt den Anteil adulter *Anisakis* mit 2,5% an (178 Nematoden). Seehunde sind für diese Nematodenart im allgemeinen kein geeigneter Endwirt.

Contracaecum osculatum entwickelt sich hingegen vollständig bis zum Adultstadium. Trotz der geringen Infektionsrate stellen Seehunde offensichtlich einen geeigneten Endwirt dar. Etwa 70% der gefundenen *Contracaecum*-Individuen waren adult. Auch WEBER (1988) und CLAUSSEN (1990) identifizierten zahlreiche geschlechtsreife Individuen.

Kegelrobben weisen im allgemeinen eine höhere Nematodenbelastung auf als Seehunde (STOBO et al. 1990; YOUNG 1972). Dies gilt sowohl für *Pseudoterranova* als auch für *Contracaecum*. Bei dem einen untersuchten Individuum ließen sich im Magen mehr als 1000 Nematoden zählen. 93% davon waren *Contracaecum*. Neben Kegelrobben werden jedoch auch noch andere Robbenarten infiziert (SCOTT & FISCHER 1958 b; YOUNG 1972; WOOTTEN 1978; VALTONEN et al. 1988; FAGERHOLM 1988 a), BRATTEY et al. 1990), die gewöhnlich aber im Wattenmeer nicht heimisch sind. Die kleine Kegelrobbenpopulation auf den Knobsänden vor Sylt dürfte für einen Infektionszyklus im Wattenmeerraum keine Rolle spielen. Unklar bleibt, ob die untersuchte Kegelrobbe zu dieser Population gehörte oder als Irrgast einwanderte. Im ersteren Fall würde dieser Robbenart im Untersuchungsgebiet allerdings für die Aufrechterhaltung der *Contracaecum*-Fauna eine gewisse Bedeutung zufallen.

Für eine quantitative Abschätzung der Rolle von Seesäufern als Überträger von Nematoden sind mehrere Faktoren zu berücksichtigen. Die Intensität gefundener Nematoden ist noch kein Maß für deren Verbreitung. Maximale Befallszahlen von 719 Nematoden in einem Seehund (vorliegende Arbeit) oder gar 12680 Würmer in einer Kegelrobbe kanadischer Gewässer (STOBO et al. 1990) erscheinen in einem anderen Licht, wenn man den Anteil larvaler gegenüber adulter Nematoden berücksichtigt. Von den 719 Nematoden waren 94% larval, von den 12680 gar 99,9% (12561). WEBER (1988) fand in Seehunden Schleswig-Holsteins eine maximale Intensität von 2653 Nematoden, gibt jedoch nicht den Anteil larvaler Stadien an. In vorliegender Arbeit waren 52% aller in den Seehundsmägen gefundenen *Pseudoterranova* larval. Der Rest entfiel auf juvenile und adulte Würmer. Bei einem Geschlechterverhältnis von fast 1:1 bedeutet dies, daß von allen identifizierten *Pseudoterranova* weniger als ein Viertel adulte Weibchen darstellen, die letztendlich für eine Verbreitung von Eiern sorgen. Für eine Modellierung ist unbedingt die Kenntnis der Altersstruktur der Endwirtpopulation notwendig, da Befallsrate und -intensität mit Magenwürmern deutlich mit dem Alter ansteigen. Mathematische Modellierungsmodelle bezüglich des Entwicklungszyklus anisakider Nematoden liegen

von CLERS (1988, 1989 a,b, 1990) und BRATTEY (1990) vor.

Regionale Vergleiche erschienen innerhalb des Untersuchungsgebietes nicht sinnvoll, da für eine große Zahl von Seehunden der Fundort fehlte und für bestimmte Gebiete zu wenig Seehunde zur Verfügung standen. WEBER (1988) teilt in drei Regionen ein (Nordfriesland, Heverstrom und Dithmarschen), ohne jedoch den Stichprobenumfang und Alterszusammensetzung zu nennen. Danach ist der Befall im Heverstromgebiet geringer als in den anderen beiden Gebieten.

Saisonale Aspekte konnten aufgrund der geringen Verfügbarkeit von Seehundsmägen in manchen Monaten ebenfalls nur unzureichend geklärt werden. Ein eventuell erhöhter Anteil von *Contracaecum* im Juni/Juli sowie sich abzeichnende saisonale Schwankungen in der Zusammensetzung der Entwicklungsstadien bedürfen einer Bestätigung durch weitere Untersuchungen.

Die meisten in vorliegender Arbeit untersuchten Seehunde verendeten während des Robbensterbens 1988. Da die Jagd auf Seehunde in Deutschland weitgehend verboten ist, war dies die einzige Möglichkeit, eine genügend große Zahl von Organen für parasitologische Untersuchungen zu erhalten. Es sollte jedoch berücksichtigt werden, daß die Parasitenfauna sterbender Tiere nicht notwendigerweise die natürlichen Verhältnisse einer gesunden Seehundspopulation widerspiegelt. Viele der sterbenden Seehunde litten an einem Emphysem der Lunge (BREUER et al. 1988 a,b), d.h. das Gewebe war luftgefüllt. Die Tiere waren daher nicht mehr in der Lage zu tauchen und Nahrung aufzunehmen. Daher fanden sich auch nur bei weniger als 10% der untersuchten Seehunde Nahrungsreste in den Mägen. Zu berücksichtigen ist weiterhin, daß Robben gelegentlich erbrechen und damit auch die Nematodenlast verringert wird (McCLELLAND 1980 b). Ferner wurde beobachtet, daß Nematoden nach dem Tod ihres Wirtes diesen durch die Nase, den Mund oder den After verlassen (MYERS 1960). All diese Faktoren erschweren eine Quantifizierung der natürlichen Parasitenlast, so daß stets von Minimalangaben auszugehen ist. Nach WEBER (1988) scheint auch ein Unterschied bezüglich der Nematodenlast geschossener Tiere und Totfunden zu existieren. Die von ihm untersuchten 22 geschossenen Seehunde wiesen im Vergleich zu den Totfunden im Mittel etwa die zehnfache Menge an Nematoden im Magen auf. Für die geschossenen Seehunde fehlen jedoch nähere Angaben über die Parasitenzusammensetzung.

Schweinswale in Nord- und Ostsee sind ein Hauptendwirt für *Anisakis simplex*, die den Hauptteil der Nematodenfauna in diesen Säugern ausmachen. Für *Pseudoterranova* stellen diese Wale keinen geeigneten Endwirt dar. Sämtliche nachgewiesenen *P. decipiens* waren bis auf eine Ausnahme (1 juveniles Männchen) larval und wurden nur in der Nordsee gefunden. SCOTT & FISHER (1958 a) beschreiben in kanadischen Gewässern nur 1 adultes Exemplar aus 150 Schweinswalen. SCHMIDT-RIES (1940) fand angeblich häufiger adulte *Pseudoterranova* bei Schweinswalen in der Ostsee. Diese Ergebnisse erscheinen jedoch aufgrund vorliegender Befunde zweifelhaft. Genauere Angaben über die Häufigkeit der Entwicklungsstadien fehlen bei diesem Autor. SMITH & WOOTTEN (1978 a) weisen auf die taxonomische Schwierigkeiten bei der Trennung von *Anisakis simplex* und *A. typica* hin. Nach van THIEL (1976) handelt es sich bei allen in der Nordsee als *A. typica* bestimmten Nematoden um eine Fehlbestimmung.

Schweinswale in der Ostsee waren mit 52% mehr als doppelt so hoch befallen wie die aus der Nordsee (23%). Auch die mittlere Intensität lag in der Ostsee mit 131 Nematoden gegenüber 32 in der Nordsee deutlich höher. Die Ursache hierfür liegt wahrscheinlich in der unterschiedlichen Ernährungsweise (vgl. Kap. 6). Eine Erklärung liegt zum Teil möglicherweise auch darin, daß es sich bei den meisten Walen der Nordsee um Totfunde, bei vielen Schweinswalen der Ostsee jedoch um frisch verendete Beifänge aus Fischernetzen handelte.

CLAUSEN & ANDERSEN (1988) ermittelten eine Befallsrate von 21% für dänische Gewässer, unterschieden jedoch nicht zwischen Nord- und Ostsee, so daß ein direkter Vergleich nicht möglich ist. Bei den gefundenen Nematoden handelte es sich ausschließlich um *Anisakis simplex*.

Die Anzahl gefundener Nematoden in den vorwiegend küstennah lebenden Schweinswalen ist gegenüber pelagischen Walarten eher gering. Dies zeigt u.a. auch der untersuchte Gewöhnliche Delphin, der über 2000 *Anisakis* im Magen hatte. Extrem hohe Befallsintensitäten erreichen auch Bartenwale, wie z.B. der Zwergwal (*Balaenoptera acutorostrata*). In norwegischen Gewässern wurden z.T. über 4000 *Anisakis* pro Individuum gefunden (ASPHOLM, pers.. Mittl.). Auch Schwertwale (*Orcinus orca*) dürften in diesem Gebiet aufgrund ihrer engen Beziehung zu Heringsschwärmen mit größeren Mengen von *Anisakis* befallen sein (SIMILÄ & UGARTE 1991). In einem Schwertwal im Puget Sound (Seattle, USA) fand GUBERLET (1948, cit. in PILLERI 1983 b) etwa 5000 Nematoden. Auch auf bis zu 50 kg Ascariden in den Mägen von Pottwalen sei hier nochmals hingewiesen (COCKRILL 1960). Relevant ist hier jedoch stets nur der Anteil adulter Stadien, der bei vielen Autoren nicht ermittelt wurde.

Durch Nematoden hervorgerufene Geschwüre in der Magenwand ließen sich bei Schweinswalen wesentlich häufiger auf (24%) feststellen als bei Seehunden (2%). Solche pathologischen Veränderungen treten meist bei einem Befall mit *Anisakis* auf (VIK 1964; YOUNG & LOWE 1969; CLAUSEN & ANDERSEN 1988; BREUER et al. 1989; SMITH 1989). Dies macht auch die größere potentielle Gefahr für den Menschen beim Verzehr lebender *Anisakis* im Gegensatz zu *Pseudoterranova* deutlich.

6 Nahrungsanalysen mariner Säuger

6.1 Einleitung

Die Beurteilung der Rolle einzelner Fischarten als Überträger von Nematoden auf Seesäuger setzt unter anderem die Kenntnis der Nahrungsgewohnheiten dieser Endwirte voraus. Ausführliche Nahrungsanalysen von Seehunden aus dem schleswig-holsteinischen Teil des Wattenmeeres liegen von BEHRENDTS (1981, 1985) und von SIEVERS (1985) vor. HAVINGA (1933) gibt einen Überblick über die Nahrungsgewohnheiten von Seehunden in niederländischen Gewässern. Die wichtigsten Ergebnisse dieser Autoren sind in Tab. 34 zusammengefaßt. WIPPER (1975, cit. in HAGMANN 1976) untersuchte Seehunde aus dem niedersächsischen Bereich. Nach HAGMANN fand dieser Autor in 45 von 94 untersuchten Seehunden Mageninhalte von über 100 ccm. Dominierende Fischarten waren Plattfische, Aal, Hornhecht und Kleinfische.

Nach BEHRENDTS besteht das Nahrungsspektrum der Seehunde aus insgesamt 17 Fischarten, nach SIEVERS ebenfalls aus 17, jedoch nicht identischen Fischarten. Zusätzlich werden Krabben (*Pagurus*, *Carcinus*) und vor allem von jüngeren Seehunden (bis 2,5 Monate) *Crangon* aufgenommen. Der Anteil von Plattfischen nimmt, bezogen auf die Individuenzahl, den größten Anteil ein (46% bzw. 66%). Grundeln machen mit 43% bzw. 25% ebenfalls einen hohen Prozentsatz aus. Weiterhin werden Stint (4%) und Kabeljau (4% bzw. 1,5%) gefressen. Alle übrigen Fischarten erreichen zusammen nur 4%. Die prozentuale Verteilung der gefressenen Fischarten, bezogen auf das Gewicht, ergibt sich vor allem in Hinblick auf Grundeln ein umgekehrtes Bild (Tab. 34). Von Bedeutung für eine Infektion mit Nematoden ist ferner die Größenklasse der Nahrungsfische. Die bevorzugte Aufnahme größerer Fische steigt mit dem Alter der Seehunde. Von älteren Seehunden gefressene Stinte sind meist größer als 14 cm. Heringe konnten von BEHRENDTS (1981) und SIEVERS (1985) nur in 3 von insgesamt 323 untersuchten Seehundsmägen nachgewiesen werden. Die Autoren führen dies auf den Bestandseinbruch dieser Fischart in den 70er Jahren zurück. In den Gewässern der Niederlande gewinnen jedoch auch Hering und Seeskorpion an Bedeutung (HAVINGA 1933). Der Autor hebt allerdings hervor, daß Heringe zum Teil aus Fischernetzen erbeutet werden.

Der tägliche Nahrungsbedarf adulter Seehunde beträgt in Gefangenschaft 2-5 kg Fisch, was 3-6% des Körpergewichts der Tiere entspricht (BONNER 1979). HAVINGA (1933) ermittelte bei drei unmittelbar nach einer Mahlzeit geschossenen Tieren ein Nahrungsgewicht von 7,3 kg, 4,5 kg und 3,0 kg und schätzt daher die Nahrungsmenge von freilebenden Seehunden auf durchschnittlich 5 kg pro Tag. Nach KEYES (1968, cit. in SIEVERS 1985) beträgt der tägliche Nahrungsbedarf 6-10% des Körpergewichts, was 5-8,5 kg Fisch entspricht.

Nahrungsanalysen an Walen fehlen bis heute sowohl in deutschen als auch in dänischen Gewässern. Die in vorliegender Arbeit durchgeführten Untersuchungen stellen somit die ersten Informationen über die Nahrung von Schweinswalen in genanntem Gebiet dar, trotz der Existenz einer traditionellen Schweinswalfangerei vor allem in Dänemark in den letzten Jahrhunderten. Noch während des ersten und zweiten Weltkrieges wurden zahlreiche Schweinswale als "Fleischaufbesserung" nach Deutschland

verkauft (SCHULZE 1987).

SVÄRDSON (1955) diskutierte die Rolle von Schweinswalen in Hinblick auf die Bestandsschwankungen von Lachsen in schwedischen Gewässern. Er stellte die Hypothese auf, daß ein Zusammenhang zwischen der Größe des Lachs- und Schweinswalbestandes existiere. Er schlug vor, diese Hypothese durch eine Dezimierung der Schweinswale und damit einen Anstieg der Lachspopulation zu beweisen. LINDROTH (1962) wies jedoch nach, daß *Phocoena* in diesem Gebiet gar keine Lachse frißt. Ausführlichere Untersuchungen über die Nahrung von *Phocoena* vor Großbritannien stammen von RAE (1965, 1973). Dieser Autor sowie SCHULZE (1987) geben zudem eine Übersicht über bisherige Nahrungsanalysen an Schweinswalen weltweit. Ziel der vorliegenden Untersuchungen war es, die Wissenslücke in Bezug auf die Nahrung von Schweinswalen in deutschen Gewässern zu schließen, um die Bedeutung bestimmter Fischarten als Überträger von Nematoden auf diese Seesäuger beurteilen zu können.

Tab. 34: Nahrungszusammensetzung der Seehunde im Wattenmeer, unabhängig von deren Alter (nach HAVINGA 1933; BEHREND 1981, 1985; SIEVERS 1985).

FISCHART	Häufigkeit des Auftretens (%)			Anteil Individuen (%)			Gewichtsanteil (%)		
	BEHR	SIEV	HAVI	BEHR	SIEV	HAVI	BEHR	SIEV	HAVI
Flunder	47	71	-	14,5	19,5	14,9	30,9**	60,9	30**
Kliesche	8	-	-	6,6	-	0,7	23,4**	-	2**
Scholle	32	47	-	21,6	16,8	6,8	23,9**	11,7	3**
Seezunge	3	5	-	0,2	0,2	0,3	-	0,4	1**
Unbestimmte Plattfische	-	32	-	5,4*	29,2	-	-	6,2	-
Plattfische gesamt	-	-	-	42,9**	65,7	22,7	-	79,2	36**
Grundel	34	50	-	45,2	25,3	41,1	5,8**	1,9	2**
Aal	7	1	-	0,5	0,03	-	-	< 0,1	-
Aalmutter	3	2	-	0,6	0,1	12,4	-	< 0,1	4**
Finte	-	-	-	-	-	0,1	-	-	<1**
Franzosendorsch	2	-	-	0,3	-	-	-	-	-
Hering	2	1	-	0,3	0,1	4,4	-	< 0,1	15**
Hornhecht	-	-	-	-	-	0,1	-	-	<1**
Kabeljau	20	23	-	4,2	1,5	1,2	4,5**	5,1	4**
Seezunge	-	-	-	-	-	0,04	-	-	<1**
Knurrhahn, Grauer	0,8	-	-	0,02	-	0,02	-	-	<1**
Leierfisch, Gestreifter	3	-	-	0,2	-	-	-	-	-
Makrele	-	1	-	-	0,03	-	-	< 0,1	-
Neunauge	-	2	-	-	0,1	0,04	-	< 0,1	<1**
Sandaal	-	5	-	-	0,3	1,7	-	0,2	<1**
Sardelle	-	-	-	-	-	0,04	-	-	<1**
Seenadel, Kleine	-	2	-	-	0,1	-	-	< 0,1	-
Seeskorpien	5	17	-	0,3	1,9	9,0***	-	4,2	16***
Sprotte	2	-	-	0,4	-	-	-	-	-
Steinpicker	0,8	2	-	0,1	0,3	***	-	0,7	***
Stint	15	20	-	4,2	3,8	1,4	11,5**	6,1	2**
Unbestimmte Gadiden	-	6	-	0,4*	0,2	-	-	0,7	-
Unbestimmte Fischart	-	-	-	-	-	1,0	-	-	-
Wittling	9	13	-	1,1	0,7	4,7	-	2,1	17**
Crangon	-	44	-	-	9,9	31,5	-	-	2,6**
Pagurus, Carcinus	-	9	-	-	2,7	-	-	-	-
Crustacea	-	-	-	0,07	12,6	-	-	-	-

* bezogen auf alle Nahrungsreste

** Gewichtsprozent bezogen auf die 6 untersuchten Fischarten, andere blieben unberücksichtigt

*** Seeskorpien und Steinpicker zusammengefasst

6.2 Material und Methoden

Für die Nahrungsanalysen standen 102 Mägen und 45 Därme von Schweinswalen aus der Nord- und Ostsee zur Verfügung (Kap. 5). Große Reste, wie unverdaute oder angedaute Fische, wurden aus dem eröffneten Magen entfernt, gemessen und bestimmt. Anschließend wurde der Magen in einer Wanne mit Leitungswasser ausgewaschen und der Mageninhalt durch zwei übereinanderliegende Siebe gespült (Maschenweite 1,0 x 1,0 mm und 0,5 x 0,5 mm). Das engmaschigere Netz diente dazu, auch kleine Otolithen, wie die von Grundeln, zu erfassen. In manchen Fällen befanden sich bis über 2800 kleine Otolithen in einem Magen, gemischt mit Sand und anderen Verdauungsresten. Um eine quantitativ möglichst vollständige Erfassung zu gewährleisten, wurde in diesen Fällen der Mageninhalt von größeren Teilen getrennt und der verbleibende Rest unter dem Binokular aussortiert.

Die Nahrungsanalyse basiert auf der Bestimmung und Messung der vorgefundenen Otolithen, noch nicht oder nur wenig verdauter Fische sowie von Skelettresten, soweit diese bestimmbar waren. Zur Identifizierung der Otolithen diente eine eigens angelegte Vergleichssammlung aus den in Kap. 4 untersuchten Fischen der Elbmündung sowie die 'Vergleichend morphologische Studie über Otolithen mariner Knochenfische' von SCHMIDT (1968).

Zur Bestimmung der Individuenzahl der gefressenen Fische wurden die Otolithen in linke und rechte Gehörsteine getrennt und nach Größen zugeordnet. War dies nicht möglich, wurde die Anzahl der gefundenen Otolithen pro Fischart jeweils halbiert und so eine Mindestindividuenzahl ermittelt. Im Falle von Grundeln fanden sich neben den Sagittae auch die kleineren Aterisken. Letztere wurden nicht mitgezählt.

Die Länge der von den Schweinswalen gefressenen Fische wurde über die lineare Beziehung zwischen Otolithen- und Fischlänge berechnet. Das Gewicht der Nahrungsfische wurde indirekt über die so gewonnene Fischlänge ermittelt. Dazu wurde die Beziehung zwischen Otolithenlänge und Fischlänge (Abb. 50) und zwischen Fischlänge und Fischgewicht (Abb. 51, Tab. 35) für die jeweiligen Nahrungsfische aufgestellt. Als Grundlage hierfür diente im wesentlichen ebenfalls das in Kap. 4 beschriebene Fischmaterial aus der Elbmündung (Tab. 14). Im Falle von Grundeln (*Pomatoschistus* spec.), Schwarzgrundeln und Sandaalen wurde mit einem geschätzten Durchschnittsgewicht von 1,5 g, 4,4 g bzw. 12 g pro Fisch gerechnet. Der Verdauungsgrad der Otolithen blieb unberücksichtigt. Entsprechende Beziehungen für Ostseeheringe wurden anhand von Daten von RAUCK (1964) und WEBER (1970) aufgestellt.

6.3 Ergebnisse

6.3.1 Beziehungen zwischen Otolithenlänge, Fischlänge und Fischgewicht

Die für die Nahrungsanalysen relevanten Beziehungen zwischen Otolithenlänge und Fischlänge und zwischen Fischlänge und Fischgewicht sind in den Abb. 50 und 51 dargestellt. In Tab. 35 finden sich zudem Längen-Gewichtsbeziehungen weiterer Fischarten.

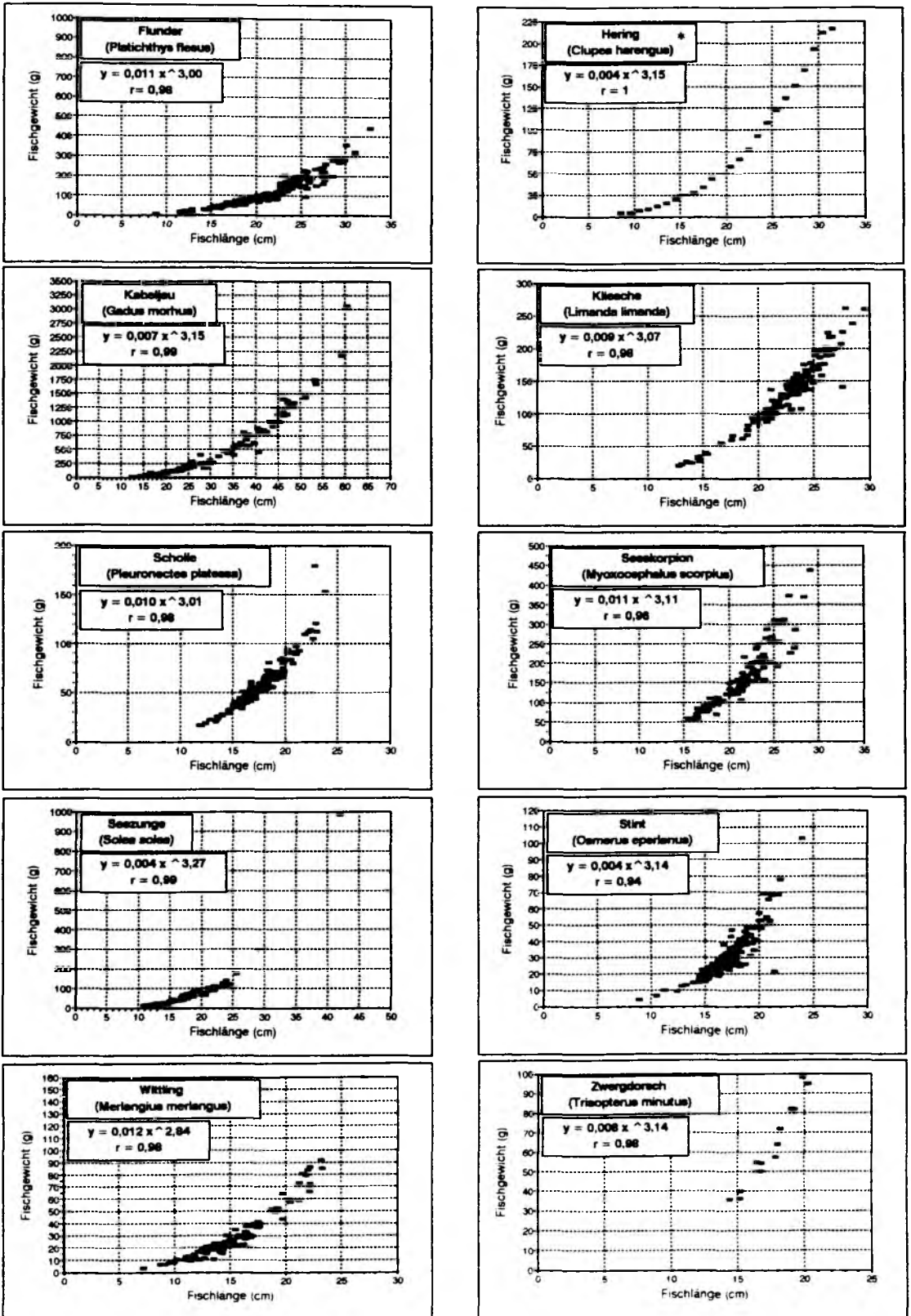


Abb. 50: Beziehung zwischen Länge und Gewicht verschiedener Nahrungsfische von Schweinswalen aus der Elbmündung. * nach RAUCK (1964) und WEBER (1970).

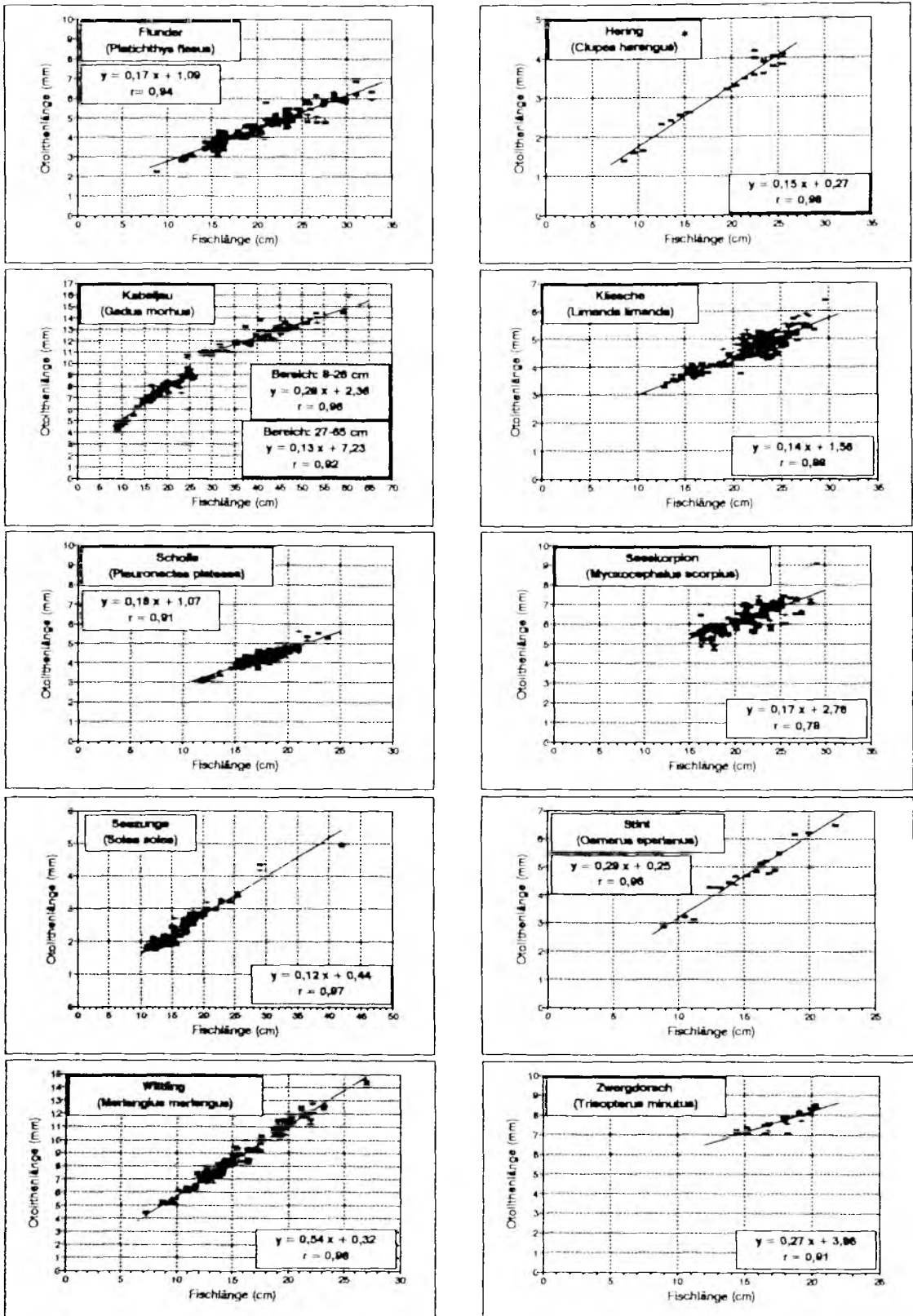


Abb. 51: Beziehung zwischen Otolithenlänge und Fischlänge verschiedener Nahrungsfische von Schweinswalen aus der Elbmündung. * nach RAUCK (1964) und WEBER (1970).

Tab. 35: Beziehung zwischen Länge und Gewicht verschiedener Fischarten des Wattenmeeres (Elbmündung).

$$G = c L^d; \quad \text{mit } G = \text{Fischgewicht}; L = \text{Fischlänge.}$$

Fischart	Fischlänge (cm)	Anzahl Fische	c	d	r
Aal	19-67	101	0,0008	3,2438	0,980
Aalmutter	10-28	94	0,0040	3,0961	0,975
Bachforelle	14-26	19	0,0050	3,2269	0,980
Finte	7-44	27	0,0069	3,0585	0,996
Flunder	14-33	199	0,0151	2,8825	0,928
Glattbutt	13-24	13	0,0692	2,4488	0,975
Hering	7-23	138	0,0050	3,1550	0,975
Kabeljau	13-60	165	0,0079	3,1467	0,990
Kaulbarsch	18-21	22	0,0168	2,9449	0,729
Kliesche	16-29	121	0,0200	2,8706	0,959
Knurrhahn, Grauer	9-27	15	0,0106	3,0226	0,990
Meeräsche, Dünnlippige	11-21	19	0,0118	2,9200	0,985
Sandgrundel	3-8	46	0,0185	2,5241	0,915
Scheibenbauch, Großer	8-13	152	0,0200	3,0247	0,883
Scholle	10-23	151	0,0631	2,4121	0,843
Seehase ***	8-31	7	0,1156	2,5848	0,996
Seenadel, Kleine	9-16	70	0,0000	3,8834	0,926
Seequappe, Fünfbärtelige	9-24	78	0,0100	2,9900	0,964
Seeskorpion	15-29	100	0,0110	3,1118	0,950
Seezunge	10-24	107	0,0050	3,2607	0,980
Sprotte	7-14	100	0,0035	3,2755	0,952
Stint	14-24	155	0,0050	3,0852	0,900
Steinbutt	12-25	17	0,0363	2,7688	0,907
Steinpicker	10-17	102	0,0073	3,0751	0,950
Stichling, Dreistacheliger	5-7	100	0,0050	3,5216	0,866
Wittling	7-26	106	0,0126	2,8257	0,975
Zander **	10-45	48	0,0047	3,1592	0,990
Zwergdorsch	14-20	13	0,0077	3,1368	0,983

** aus dem Nord-Ostsee-Kanal

*** z.T. aus dem Nord-Ostsee-Kanal

6.3.2 Nahrungsspektrum der Schweinswale

Bei der Untersuchung der 102 Schweinswale wurden in 78 Verdauungstrakten Nahrungsreste festgestellt. In der Nordsee wiesen 36 Tiere, in der Ostsee 42 Tiere Nahrungsreste auf. Meist handelte es sich um Otolithen, oft auch um mehr oder weniger stark angedaute Fische. Insgesamt wurden über 10 000 Otolithen identifiziert. In vier jungen Schweinswalen bestand der Mageninhalt aus Milch.

In den meisten Fällen wurden Otolithen in der 1. Magenkammer der Wale gefunden (Abb. 24), nur in 2 Fällen waren sie auch in der 2. Magenkammer vorhanden. In den restlichen Magenkammern wurden keine Nahrungsreste gefunden. Im Darm konnten nur in einem Fall Otolithen nachgewiesen werden.

Das Nahrungsspektrum der Schweinswale umfaßte im Untersuchungsgebiet 17 Fischarten aus 10-11 Familien (Tab. 36; eine Fischart konnte nicht identifiziert werden). In der Nordsee war die Nahrungsvielfalt mit 14 Fischarten höher als in der Ostsee (8 Arten). Plattfische wurden nur in der Nordsee gefressen, Heringe nur in der Ostsee.

Tab. 36: Nahrungsspektrum der Schweinswale in Nord- und Ostsee, 1985-1990.

	FISCH-FAMILIE	FISCHART	NORD-SEE	OST-SEE
1	Ammodytidae	Kleiner Sandaal <i>Ammodytes lanceolatus</i>	+	+
2	Carangidae	Stöcker <i>Trachurus trachurus</i>	+	-
3	Clupeidae	Hering <i>Clupea harengus</i>	-	+
4		Sprotte <i>Sprattus sprattus</i>	+	+
5	Cottidae	Seeskorpion <i>Myoxocephalus scorpius</i>	+	-
6	Gadidae	Kabeljau <i>Gadus morhua</i>	+	+
7		Wittling <i>Merlangius merlangus</i>	+	+
8		Zwergdorsch <i>Trisopterus minutus</i>	+	-
9	Gobiidae	Grundel <i>Pomatoschistus spec.</i>	+	+
10		Schwarzgrundel <i>Gobius niger</i>	-	+
11	Osmeridae	Stint <i>Osmerus eperlanus</i>	+	-
12	Pleuronectidae	Flunder <i>Platichthys flesus</i>	+	-
13		Kliesche <i>Limanda limanda</i>	+	-
14		Scholle <i>Pleuronectes platessa</i>	+	-
15	Soleidae	Seezunge <i>Solea solea</i>	+	-
16	Zoarcidae	Aalmutter <i>Zoarces viviparus</i>	+	-
17	?	Unidentifizierte Art -	-	+
ANDERE RESTE im Magen, wahrscheinlich als Sekundärnahrung				
	Crustacea	<i>u.a. Crangon, Mysis (mixta?)</i>	-	+
	Mollusca	Muschel- und Schneckenschalen	+	+
	Polychaeta	Polychaetenmandibeln	+	+
	Copepoda	<i>Lernaeocera</i> Parasit von Gadiden	+	+
	Sand		+	-

Zudem wurden in einigen Mägen geringe Mengen von Crustaceen (*Crangon*, *Mysis (mixta?)*), Muschel- und Schneckenschalen sowie Polychaetenmandibeln gefunden. Das Vorkommen von *Lernaeocera*, einem parasitischen Copepoden an den Kiemen von Gadiden, ist auf die Aufnahme dieser Fischgruppe zurückzuführen. In Schweinswalen der Nordsee fand sich häufiger auch Sand im Magen.

Zu den Fischarten, die mit der größten Regelmäßigkeit aufgenommen wurden, gehörten in der Nordsee Seeszunge, Grundel, Kabeljau, Kliesche und Wittling. In der Ostsee waren es Kabeljau, Hering und Grundeln.

Den größten relativen Anteil, bezogen auf die gefressene Individuenzahl, stellten in der Nordsee Plattfische (Kliesche, Seeszunge, Flunder) und Grundeln dar. In der Ostsee dominierten mit 96% aller gefressenen Fische die Grundeln.

Auf das Gewicht bezogen spielten in der Nordsee vor allem Seeszunge (41%) und Kabeljau (25%) eine wesentliche Rolle, in der Ostsee waren es Kabeljau (70%), Grundel (19%) und Hering (11%).

Grundeln wurden bevorzugt von jüngeren Walen gefressen. Bei älteren Tieren gewinnen in der Ostsee vor allem Kabeljau und Hering an Bedeutung. In der Nordsee traten bei älteren Schweinswalen vermehrt Plattfische (35%) und Gadiden (23%) im Nahrungsspektrum auf.

6.3.2.1 Frequenz des Auftretens einzelner Fischarten (Nahrungspräferenz)

Die am häufigsten in den Schweinswalmägen anzutreffenden Fischarten waren Grundeln, Kabeljau, Hering, Seeszunge, Kliesche und Wittling.

In der Nordsee waren mit der größten Regelmäßigkeit Seeszunge (36%), Grundeln (25%), Kabeljau (22%), Kliesche (19%) und Wittling (19%) anzutreffen. Flunder und Sandaal wurden in jeweils 5 Schweinswalmägen (14%) gefunden (Abb. 52).

In der Ostsee traten besonders häufig Kabeljau (45%), Hering (45%) und Grundeln (42%) in den Schweinswalmägen auf. Alle anderen Fischarten waren jeweils nur in einem oder zwei Mägen zu finden (Abb. 52).

Bei Trennung der untersuchten Schweinswale in verschiedene Längengruppen und damit indirekt nach dem Alter zeigte sich, daß jüngere Wale vor allem Grundeln fressen (Abb. 53). In der Ostsee fanden sich in 88% aller Verdauungstrakte jüngerer Wale, in denen Nahrungsreste nachzuweisen waren, Grundeln. Bei älteren Schweinswalen (> 140 cm) wurde diese Fischart nur von 21% der Seesäuger gefressen. Dagegen traten in diesen Walen vermehrt Kabeljau (in 71%) und Hering (in 50%) auf.

In der Nordsee fraßen ältere Schweinswale mit größerer Regelmäßigkeit Kabeljaue und Seezungen (jeweils in 7 Mägen) (Abb. 53).

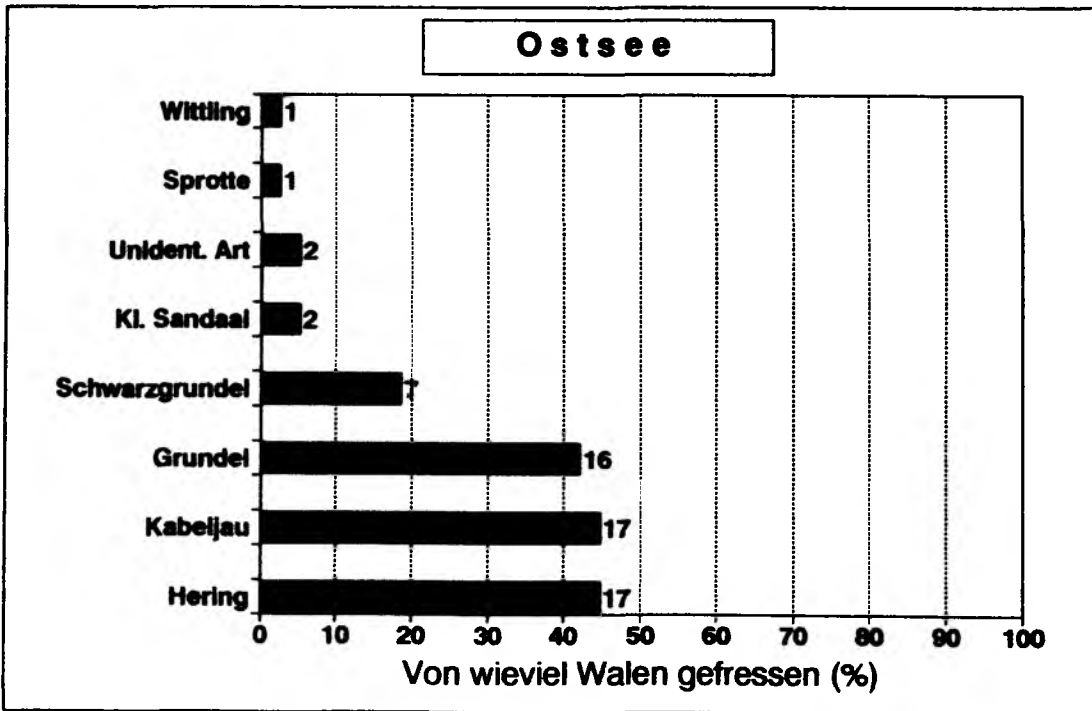
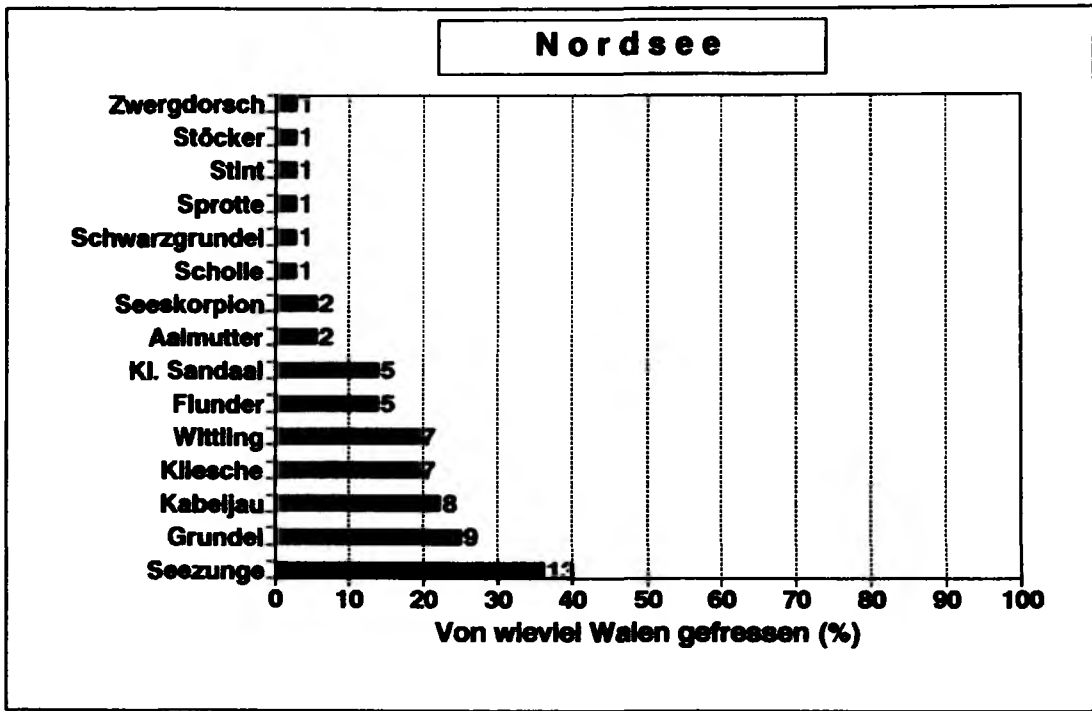


Abb. 52: Häufigkeit des Auftretens einzelner Fischarten in den Mägen von Schweinswalen der Nord- und Ostsee, 1985-1990 (Zahlen neben den Balken = Anzahl Schweinswale; nur Wale mit Nahrung im Magen sind berücksichtigt.).

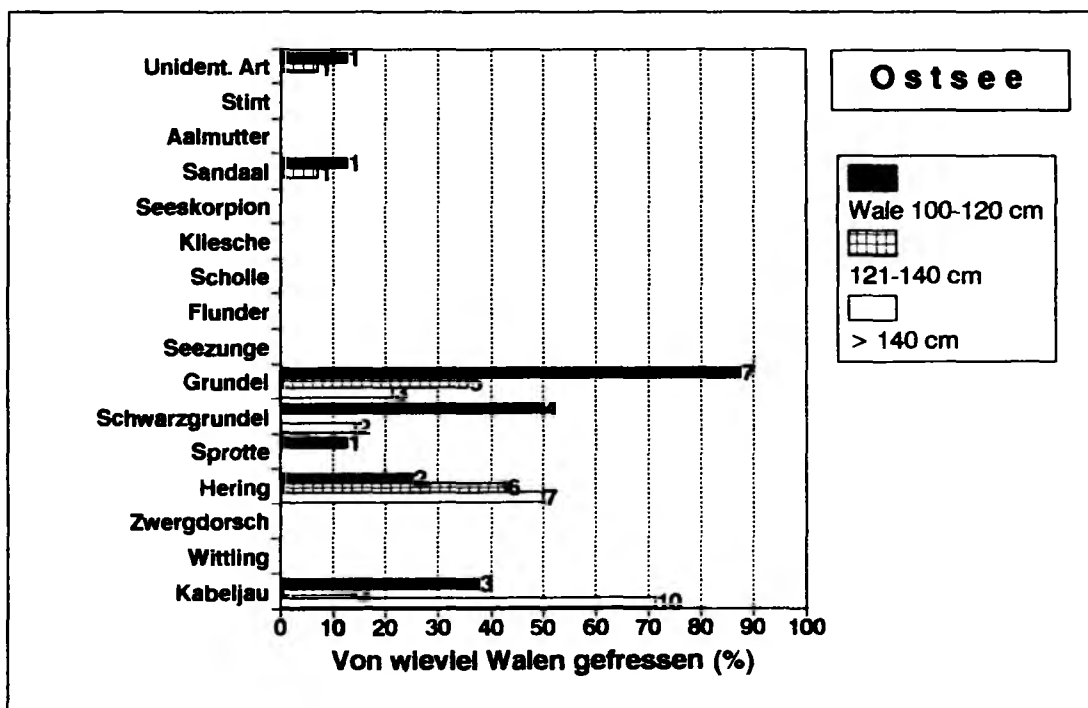
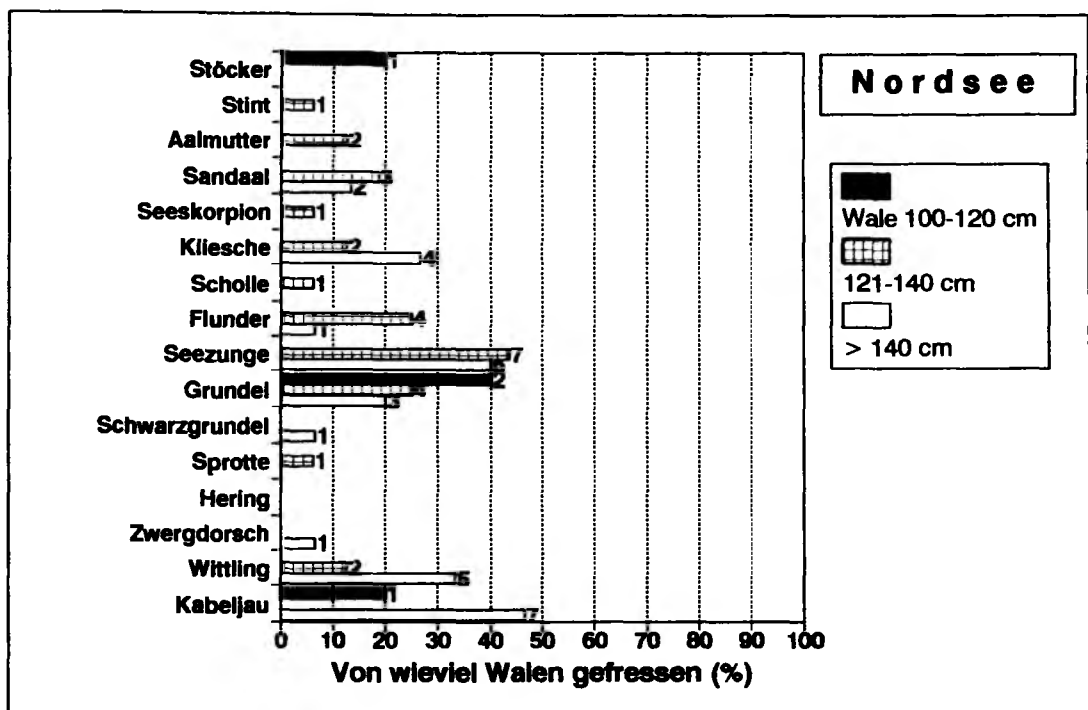


Abb. 53: Häufigkeit des Auftretens einzelner Fischarten in den Mägen von Schweinswalen, getrennt nach Wal-Längengruppen, 1985-1990 (Zahlen neben den Balken = Anzahl Schweinswale; nur Wale mit Nahrung im Magen sind berücksichtigt).

6.3.2.2 Relativer Individuenanteil der einzelnen Fischarten an der Nahrung

In der Ostsee überwog mit 96% deutlich der Anteil an Grundeln an der Gesamtnahrung. Heringe wurden nur zu 2% gefressen (Abb. 54).

In der Nordsee stellten vor allem Grundeln (31%) und Plattfische (Kliesche, Seezunge, Flunder: 42%) den Hauptanteil der Nahrungsfische (Abb. 54). Sandaal machte 10%, Gadiden (Kabeljau, Wittling) 11% der gefressenen Fische aus.

Bei Trennung in verschiedene Längengruppen der Wale bevorzugten junge Tiere (100-120 cm) vorwiegend Grundeln. Sowohl in der Ostsee als auch in der Nordsee lag der Anteil gefressener Grundeln bei 95-96% (Abb. 55). In der Ostsee blieb dieser Anteil auch bei der mittleren Größengruppe (Wale: 121-140 cm) konstant. Bei größeren Walen sank er auf 52%. Die restlichen 48% verteilte sich auf Kabeljau (30%) und Hering (17%).

In der Nordsee ernährten sich mittelgroße Schweinswale hingegen zu etwa zwei Drittel (64%) von Plattfischen (Abb. 55). Vor allem Kliesche stellte mit 47% den Großteil an der Nahrung. Gadiden wurden von Walen dieser Längengruppe überhaupt nicht gefressen. Schweinswale größer als 140 cm erbeuteten zu etwa je einem Viertel Gadiden (23%) und Grundeln (23%). 35% entfielen auf Plattfische und 12% auf Sandaale. Unter den Plattfischen dominierte die Seezunge (22%).

6.3.2.3 Relativer Gewichtsanteil der einzelnen Fischarten an der Nahrung

Aufgrund der in den Abbildungen 50 bis 51 aufgestellten Beziehungen zwischen Fischgewicht und Otolithenlänge wurde für größere in den Schweinswalmägen gefundene Fischarten die Gewichte bestimmt. Für kleinere Fischarten, wie Grundel und Sprotte wurden Durchschnittsgewichte angenommen und damit das Gewicht der gefressenen Menge geschätzt. Die unbestimmten Otolithen wurden bei der Gewichtsrechnung vernachlässigt.

Es zeigte sich, daß Fischarten, die bei Berechnung des Individuenanteils deutlich dominierten, stark an Bedeutung verloren, während andere Fischarten, die individuenmäßig z.T. sogar unter "Sonstige" fielen, deutlich in den Vordergrund traten. In der Nordsee stellte die Seezunge mit 41% einen Großteil des gefressenen Gewichts (Abb. 56). Kabeljau machte insgesamt ein Viertel des Gesamtgewichts an der Nahrung aus. Grundeln, die individuenmäßig den Hauptteil an der Nahrung stellten, waren dagegen nur mit 1% am Gewicht beteiligt. In der Ostsee war der Kontrast noch stärker. Hier stellte der Kabeljau, der individuenmäßig weniger als 1% ausmachte, mit 70% über zwei Drittel des Gesamtgewichts. Der Hering stellte immerhin noch 11% des Gesamtgewichts aller gefressenen Fische. Die Grundel, die individuenmäßig 96% aller gefressenen Fische Gesamtgewichts, stellte gewichtsmäßig nur 19% (Abb. 56).

Bei kleineren und damit jüngeren Schweinswalen spielten in bezug auf das Gewicht Grundeln eine bedeutende Rolle (Abb. 57). In der Ostsee gewinnen mit zunehmender Länge Kabeljau und Hering an

Bedeutung. Der Gewichtsanteil von Kabeljau bei Schweinswalen größer als 140 cm betrug in diesem Gebiet 92%. In der Nordsee stellten Plattfische mit 87% des Gewichtes bei Walen der mittleren Längengruppe den Hauptanteil (Abb. 57). Bei größeren Walen spielten vermehrt Gadiden (54%) eine Rolle. Der Anteil Plattfische betrug hier 42%.

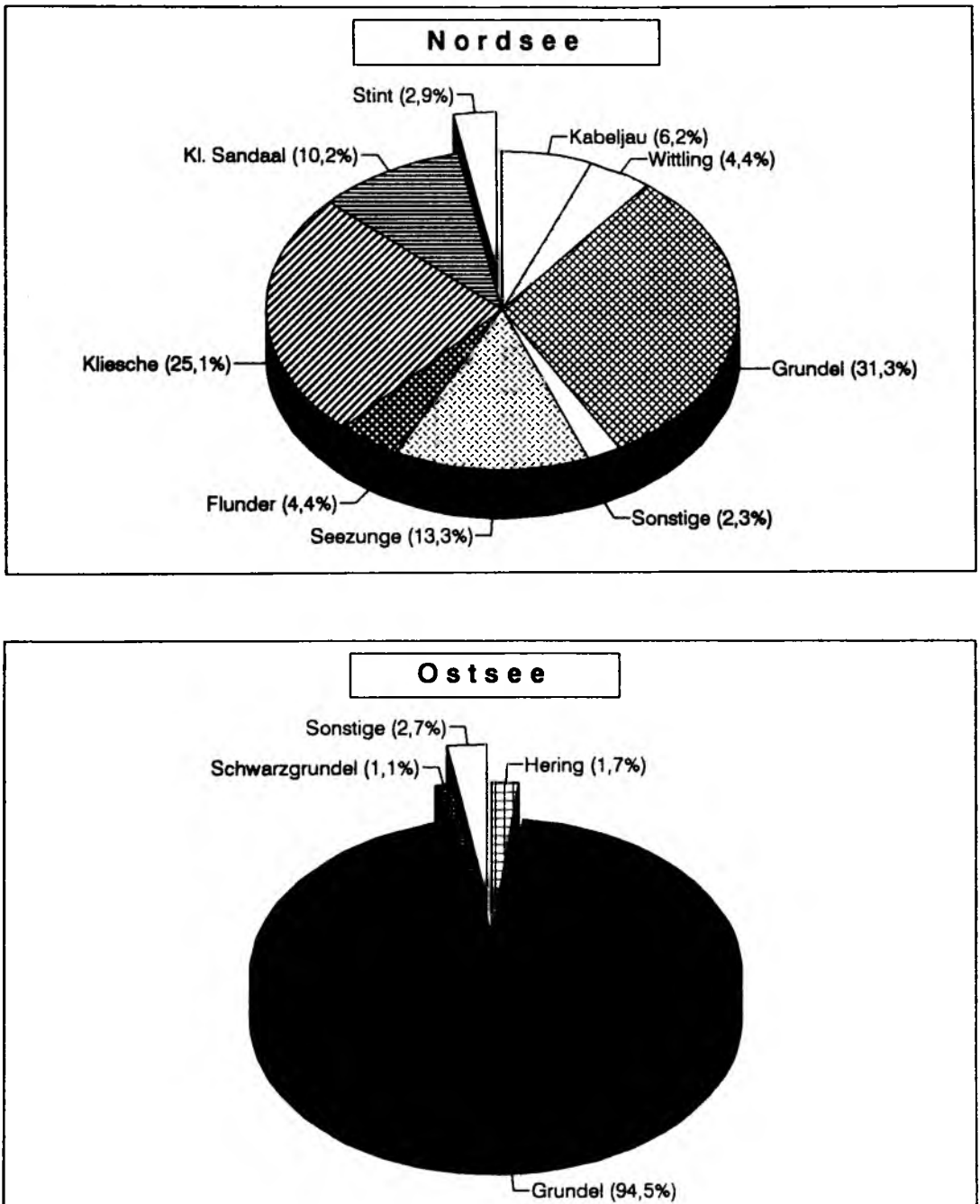


Abb. 54: Relativer Individuenanteil (%) der einzelnen Fischarten an der Nahrung von Schweinswalen aus Nord- und Ostsee, 1985-1990.

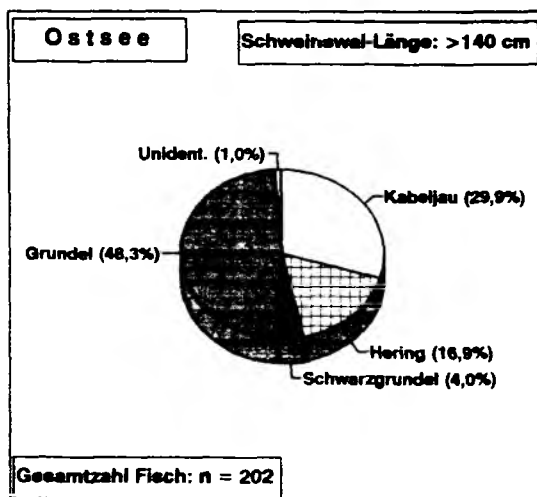
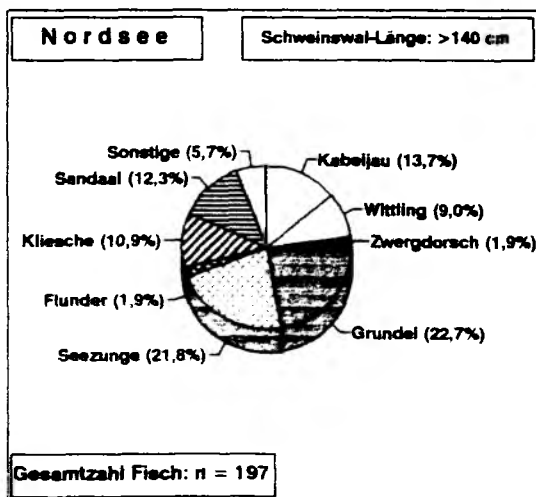
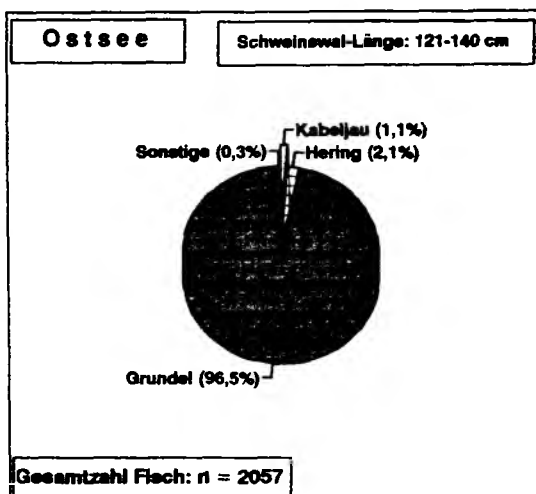
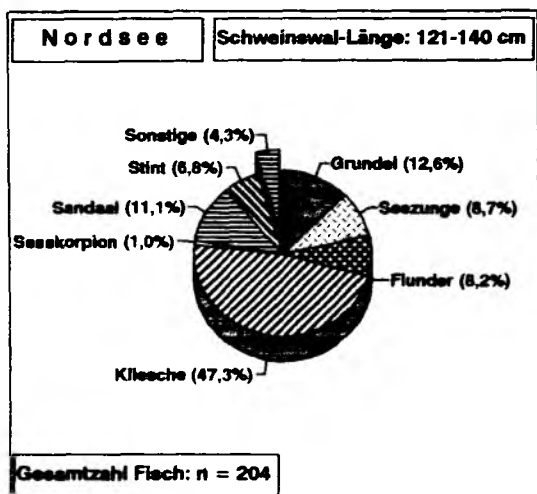
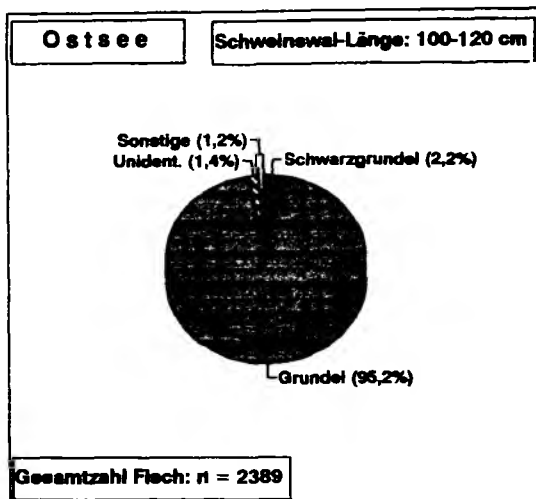
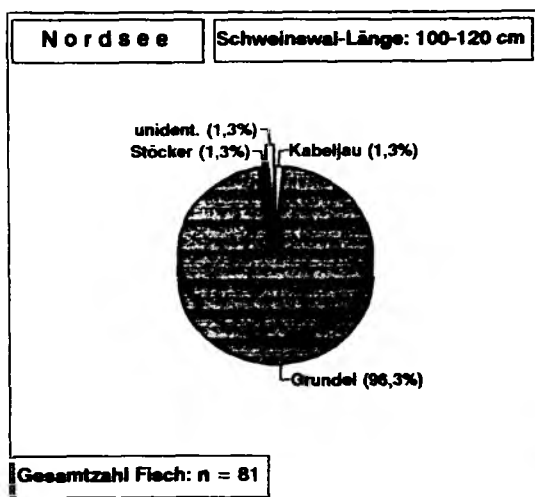


Abb. 55: Relativer Individuenanteil (%) der einzelnen Fischarten an der Nahrung von Schweinswalen aus Nord- und Ostsee in Abhängigkeit von der Wallänge, 1985-1990.

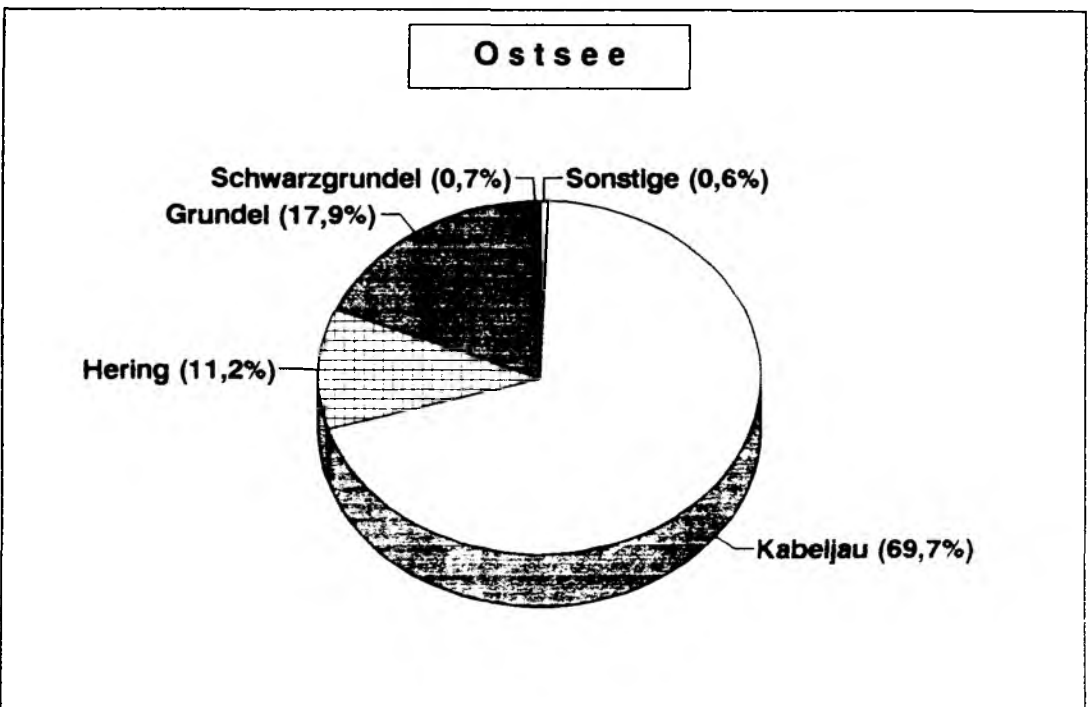
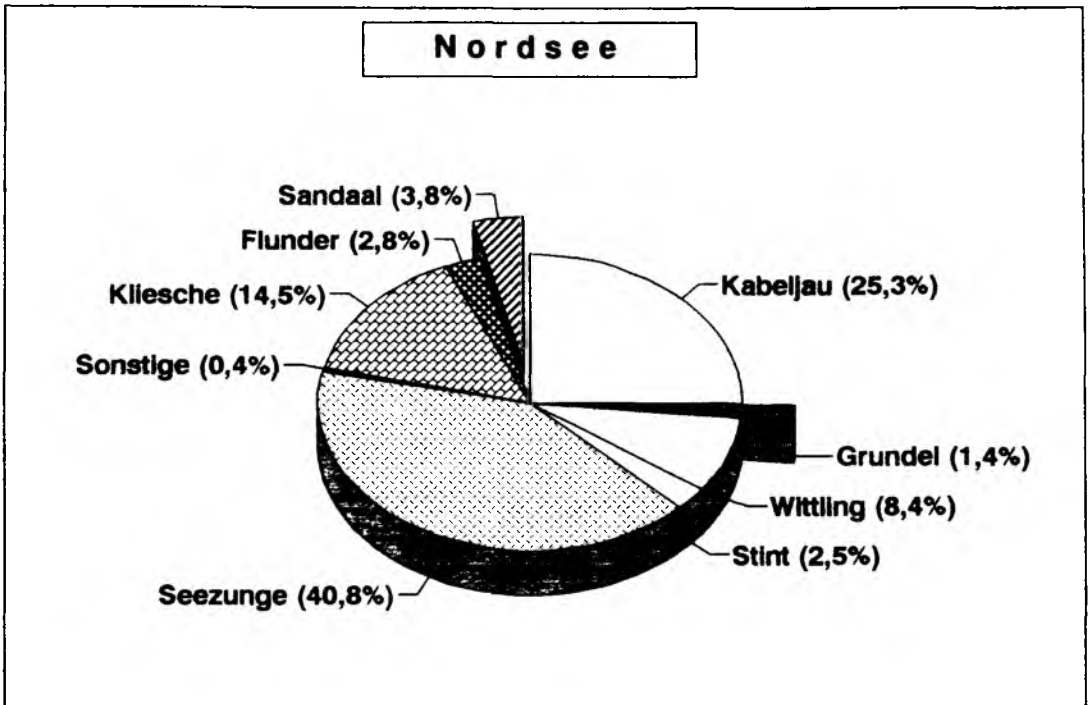


Abb. 56: Relativer Gewichtsanteil der einzelnen Fischarten an der Nahrung von Schweinswalen der Nord- und Ostsee, 1985-1990.

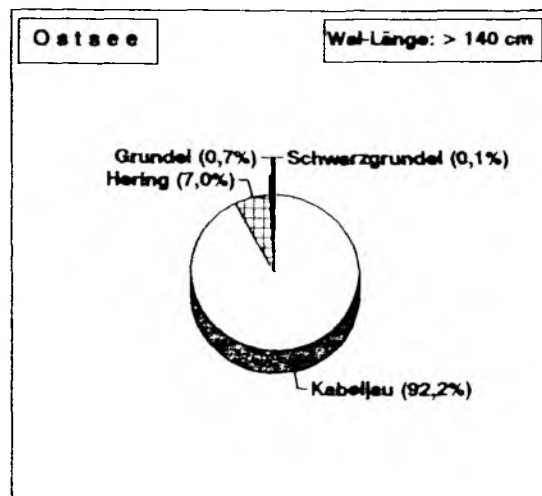
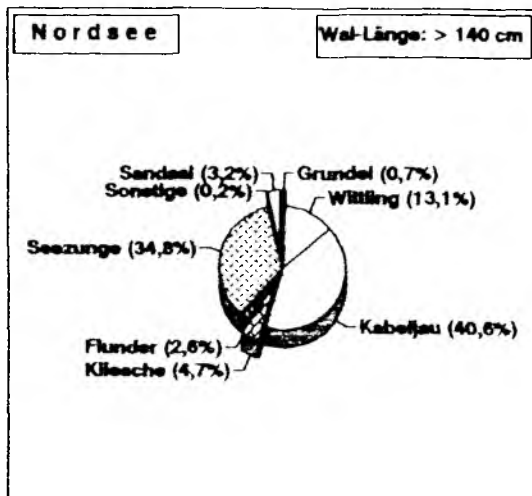
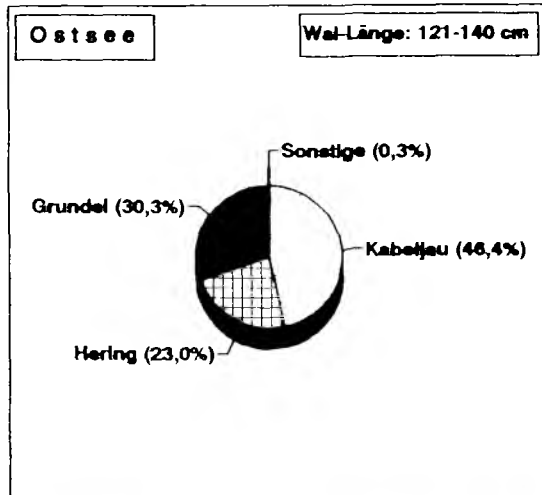
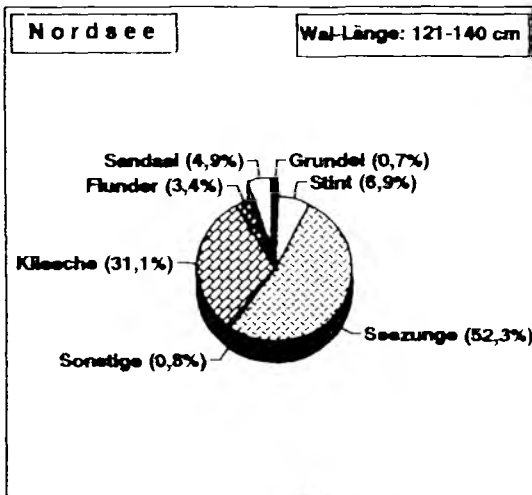
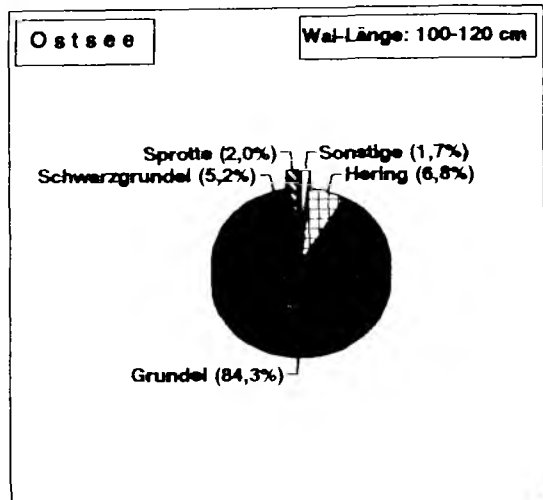
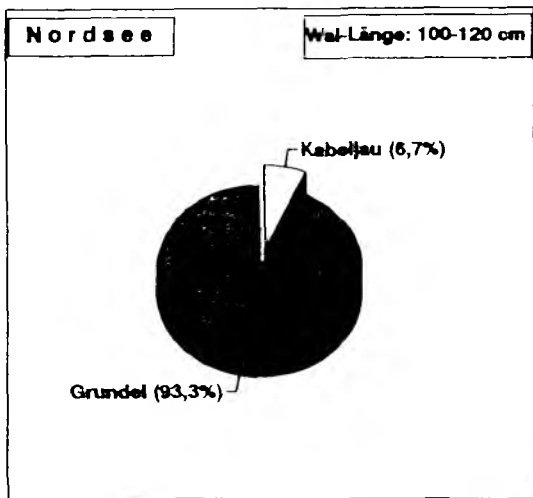


Abb. 57: Relativer Gewichtsanteil der einzelnen Fischarten an der Nahrung von Schweinswalen der Nord- und Ostsee in Abhängigkeit von der Wallänge, 1985-1990.

6.3.2.4 Bevorzugung verschiedener Fisch-Größenklassen als Nahrung

Für die Beurteilung der Rolle bestimmter Fischarten als Überträger von Nematoden auf Seesäuger ist unter anderem die Kenntnis der Größenklassen der gefressenen Fische von Bedeutung. Eine entsprechende Einteilung zeigt Tab. 37. In der Nordsee wurden bevorzugt Fische bis zu einer Länge von 20 cm gefressen. Größere Fische wurden vergleichsweise selten aufgenommen. Die größten Fische waren in diesem Gebiet Seezunge mit 42 und 46 cm sowie Kabeljau mit 62 cm. Flundern und Klieschen wurden bis zu einer Länge von 20 cm gefressen. Größere Individuen tauchten nur einmal auf. Bei Seezungen lag die bevorzugte Längensklasse zwischen 15 und 20 cm. Der Hauptanteil gefressener Gadiden war mit 10-20 cm deutlich kleiner als in der Ostsee (20-30 cm).

In der Ostsee überwog aufgrund der sehr hohen Anzahl gefressener Grundeln (4383) die Größenklasse kleiner 10 cm. Ansonsten wurden Fische bis 35 cm Länge relativ regelmäßig aufgenommen. Die bevorzugte Länge lag für Kabeljaue zwischen 20 und 30 cm, bei Heringen um 20 cm. Die größten von einem Schweinswal gefressenen Fische waren eine unverdaute Seezunge mit 42 cm und ein Kabeljau mit 55 cm. Anhand der Otolithenlänge wurden für Seezungen sogar Längen von 46 cm und für Kabeljau von 62 cm errechnet.

Tab. 37: Anzahl von Schweinswalen gefressener Fische verschiedener Größenklassen, 1985-1990 (unidentifizierte Otolithen wurden nicht unberücksichtigt).

Längen- gruppe (cm)	N O R D S E E															Summe
	Kabel- jau	Witt- ling	Zwerg- dorsch	Flunder	Kliesche	Scholle	See- zunge	Sprotte	Grundel	Schwarz- grundel	Sand- sei	See- skorpion	Aal- mutter	Stöcker	Stint	
0-5	2	0	0	6	15	0	0	0	151	0	0	2	0	1	0	177
5-10	7	2	4	6	18	1	5	0	0	1	0	0	0	0	1	45
10-15	13	6	0	5	61	1	6	1	0	0	0	0	1	0	4	118
15-20	5	9	0	5	6	0	43	0	0	0	46	0	1	0	8	126
20-25	2	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	1	8
25-30	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
30-35	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4
35-40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40-45	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
45-50	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
50-55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55-60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
> 60	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Summe	30	21	4	22	121	2	64	1	151	1	46	2	2	1	14	485

Längen- gruppe (cm)	O S T S E E							Summe
	Kabeljau	Wittling	Hering	Sprotte	Schwarz- grundel	Grundel	Sandsei	
0-5	0	0	0	0	0	4383	0	4383
5-10	5	0	0	0	62	0	0	67
10-15	9	0	2	11	0	0	0	22
15-20	10	2	83	0	0	0	2	97
20-25	23	0	6	0	0	0	0	29
25-30	28	0	0	0	0	0	0	28
30-35	10	0	0	0	0	0	0	10
35-40	2	0	0	0	0	0	0	2
40-45	2	0	0	0	0	0	0	2
45-50	0	0	0	0	0	0	0	0
50-55	4	0	0	0	0	0	0	4
55-60	0	0	0	0	0	0	0	0
> 60	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe	93	2	91	11	62	4383	2	4644

6.4 Diskussion

Die in vorliegender Arbeit erhobenen Befunde geben erstmals einen Einblick in die Nahrungsökologie von Schweinswalen deutscher Gewässer. Individuenmäßig stellen Grundeln einen Großteil der gefressenen Fische dar. In einzelnen Mägen wurde ausschließlich diese Fischart, und zwar in sehr großer Anzahl (bis 1431 Grundeln), gefunden. Grundeln sind demnach als Primärnahrung zu betrachten, wenngleich bei älteren Walen ein gewisser Prozentsatz auch als indirekt über größere Fischarten aufgenommene Sekundärnahrung zu werten ist. Vor allem junge Wale bevorzugen Grundeln. LINDROTH (1962) fand vergleichsweise wenige Grundeln (200) in 7 von 50 untersuchten Schweinswalen der schwedischen Ostküste. Nach RAE (1965, 1973) wiesen Schweinswale in schottischen Gewässer keine Grundeln auf.

Für den täglichen Energiebedarf spielen Grundeln zumindest für ältere Wale nur eine untergeordnete Rolle. Ihr Anteil am Nahrungsgewicht sinkt von 93% (Nordsee) bzw. 84% (Ostsee) bei jüngeren Walen bis auf unter 1% bei älteren Walen. Als "Energieförderanten" nehmen bei älteren Schweinswalen in der Nordsee vor allem Plattfische (Seezunge, Kliesche) und Gadiden (Kabeljau, Wittling) eine dominierende Stellung ein. In der Ostsee sind Kabeljau (92%) und Hering (7%) die für den Energiehaushalt entscheidenden Fische. Entscheidend für den Energiehaushalt ist jedoch der Fettanteil und damit der Brennwert der Fische, so daß der Gewichtsanteil alleine noch keine exakte Aussage liefert. Berechnungen zum Energiehaushalt von Schweinswalen wurden in Kanada von YASUI & GASKIN (1986) durchgeführt.

In bezug auf andere Fischarten zeichnen sich deutliche Unterschiede zwischen Nord- und Ostsee ab. Im Gegensatz zu anderen Gebieten werden im Wattenmeer sowohl bezüglich der Individuenzahl als auch des Gewichts bevorzugt Plattfische gefressen (Seezunge, Kliesche, Flunder). Andere Untersuchungen liegen für den Wattenmeerraum nicht vor. Auffällig war das Fehlen von Hering in der Nahrung von Schweinswalen des Wattenmeeres. Clupeiden sowie Gadiden werden von mehreren Autoren als Hauptbestandteil der Nahrung dieser Walart angegeben (LINDROTH 1962; RAE 1965, 1973; SMITH & GASKIN 1974; WILKE & KENYON 1952). Dies trifft auch auf die in vorliegender Arbeit untersuchten Ostseeschweinswale zu. Die Verhältnisse im Wattenmeer zeigen jedoch, daß sich Schweinswale auch auf die Aufnahme vorwiegend bodenlebender Fischarten umstellen können.

Um die Bedeutung gefressener Fischarten für die Übertragung von Nematoden auf Seehunde abzuschätzen, wird hier auf die Arbeiten von BEHRENDTS (1981, 1985) und SIEVERS (1985) zurückgegriffen. Eigene Nahrungsanalysen an den untersuchten 293 Seehunden waren nicht sinnvoll, da weniger als 10% der Tiere Nahrungsreste aufwiesen, die zudem auch noch sehr spärlich waren. Zurückzuführen ist dies darauf, daß die an der Seehundsepidemie gestorbenen Seehunde mehrere Tage vor ihrem Tode keine Nahrung mehr aufnehmen konnten (BREUER et al. 1988 a,b).

Als Hauptüberträger von *Pseudoterranova* auf die Seehunde im Wattenmeer gilt der Stint (MÖLLER & KLATT, 1990). Der Individuenanteil an der Nahrung beträgt nach BEHRENDTS (1981, 1985) nur 4%, nach SIEVERS (1985) hingegen fressen Seehunde, die 2-4 Jahre alt sind, zu 28%, noch ältere Seehunde sogar zu 66% Stinte. Der stark mit *Pseudoterranova* infizierte Seeskorpion wird vergleichsweise selten

gefressen, ist jedoch durch seine hohe Befallsrate und -intensität (Tab. 16, 17; sowie KERSTAN 1991) ebenfalls von Relevanz. Zu berücksichtigen ist jedoch auch der Summationseffekt an Nematoden durch die Aufnahme von Plattfischen. Diese Fischarten sind zwar nur sehr gering mit *Pseudoterranova* befallen, stellen jedoch den Hauptanteil an der Nahrung (60-70%). Verdeutlichen soll dies das in Tab. 38 durchgeführte Rechenbeispiel. Hierbei wird davon ausgegangen, daß der tägliche Nahrungsbedarf eine Seehundes etwa 5 kg ausmacht (HAVINGA 1933). Aus der von SIEVERS (1985) angegebenen prozentualen Verteilung des Nahrungsgewichtes (Spalte A) wird der Anteil der einzelnen Fische an 5 kg Nahrungsbedarf errechnet (Spalte B). Unter der Annahme, daß 20 cm lange Fische gefressen werden, deren mittleres Gewicht (Spalte C) sich aus Abb. 50 berechnen läßt, wird die Anzahl der gefressenen Fische bezogen auf 5 kg Nahrung ermittelt (Spalte D). Da nicht jeder gefressene Fisch mit Nematoden infiziert ist, wird mit der in Kap. 4 (Tab. 16) berechneten Befallsrate (Spalte E) multipliziert. Daraus ergibt sich die Anzahl gefressener infizierter Fische (Spalte F). Diese Zahl nochmals multipliziert mit der mittleren Befallsintensität der Fische (Spalte G), die in Kap. 2 (Tab. 17-18) ermittelt wurde, ergibt dann die mit 5 kg Nahrung aufgenommene Menge an *Pseudoterranova* (Spalte H).

Das vereinfachte Rechenbeispiel zeigt, daß Plattfische (Flunder und Scholle) aufgrund des großen Anteils an der Nahrung von Seehunden doch eine nicht zu unterschätzende Rolle für die Übertragung von Nematoden spielen. Bei 4,6 + 0,6 Nematoden pro Tag sind dies 1898 *Pseudoterranova*-Larven pro Jahr und Seehund, die mit Flundern und Schollen aufgenommen werden. Das Beispiel unterstreicht

Tab. 38: Vereinfachte Berechnung der von Seehunden bzw. Schweinswalen durch einzelne Fischarten durchschnittlich pro Tag aufgenommenen Nematodenzahl.

SPALTE	A	B	C	D	E	F	G	H
SEEHUND								
FISCHART	Anteil am Nahrungs-gewicht* (%)	Bezogen auf 5kg Nahrung pro Tag (kg)	Mittl. Gewicht 20cm langer Fische** (kg)	Anzahl Fische pro 5kg Nahrung (n)	Befallsrate der Fische mit <i>Pseudoterranova</i> (%)	Anzahl infizierter Fische pro 5kg Nahrung*** (n)	Mittl. Befallsintensität der Fische mit Nematoden**** (n)	Mittl. Anzahl Nematoden pro 5kg Nahrung (n)
Flunder	60,9	3,0	0,068	34,6	11	3,8	1,2	4,6
Scholle	11,7	0,6	0,062	7,1	8	0,6	1,0	0,6
Stint	6,1	0,3	0,049	6,2	68	4,2	2,0	8,5
Seeskorpion	4,2	0,2	0,122	1,7	75	1,3	5,5	7,1
Kabeljau	5,1	0,3	0,066	2,9	31	0,9	3,0	2,7
SCHWEINSWAL								
FISCHART	Anteil am Nahrungs-gewicht ^ (%)	Bezogen auf 5,7kg Nah-rung pro Tag (kg)	Mittl. Gewicht x cm langer Fische** (kg)	Anzahl Fische pro 5,7kg Nahrung (n)	Befallsrate der Fische mit <i>Anisakis</i> (%) ^ ^	Anzahl infizierter Fische pro 5,7kg Nahrung (n)	Mittl. Befallsintensität der Fische mit Nematoden ^ ^ ^ (n)	Mittl. Anzahl Nematoden pro 5,7kg Nahrung (n)
(Ostsee)			25cm					
Hering	11,2	0,6	0,101	6,3	30	1,9	6,0	11,3
Kabeljau	69,7	4,0	0,177	22,4	5-10	0,8-1,7	2,0	2,2-4,5
(Nordsee)			15cm					
Kabeljau	25,3	1,4	0,035	40,7	1	0,4	1	0,4

* nach SIEVERS (1985)

** aus Abb. 50

*** aus Tab. 16

**** aus Tab. 17-18

^ vorliegende Arbeit

^ ^ aus Tab. 16 und nach LANG et al. 1990; GRABDA 1976

^ ^ ^ aus Tab. 17-18 und nach LANG et al. 1990; GRABDA 1976

auch die führende Rolle von Stint und Seeskorpion als Nematodenüberträger. Unberücksichtigt bei dieser Berechnung sind jedoch saisonale, regionale sowie Unterschiede in den Fischgrößenklassen.

Ebenfalls stark mit *Pseudoterranova* befallene Fischarten, wie Kaulbarsch (Befallsrate 64%), Bachforelle (25%), Steinbutt (18%) und Zander (10%) werden von Seehunden anscheinend nicht gefressen und stellen somit im Entwicklungskreislauf dieser Nematodenart entweder eine Sackgasse dar oder führen zu einer Anreicherung von Nematoden in größeren Raubfischen.

Mit *Anisakis* waren von den von Seehunden gefressenen Fischarten nach den Untersuchungen in Kap. 4 nur der Hering und der Kabeljau befallen. Der geringe Befall der Seehunde im Wattenmeer mit *Anisakis* beruht auf dem geringen Anteil dieser Fischarten an der Nahrung (BEHRENDTS 1981, 1985; SIEVERS 1985).

Bewertet man die einzelnen Fischarten im Nahrungsspektrum der Schweinswale in bezug auf ihre Bedeutung als Überträger von *Anisakis*, so kommen nach den Untersuchungen in Kap. 4 ebenfalls nur der Hering und der Kabeljau in Betracht. Dies würde jedoch voraussetzen, daß die aus der Elbmündung gewonnenen Daten auf andere Regionen des Wattenmeeres übertragbar sind. Daß dies problematisch ist, zeigen unter anderem Untersuchungen von KERSTAN (1991). Hinzu kommt, daß in der Nordsee Heringe im Nahrungsspektrum der Schweinswale gar nicht auftreten. Es bliebe in diesem Bereich nur der Kabeljau als Träger von *Anisakis*. Ein analoges Rechenbeispiel, wie es oben für Seehunde durchgeführt wurde, zeigt, daß die täglich von Schweinswalen durch Kabeljau aufgenommene Zahl von *Anisakis*-Larven nur bei 0,3 Larven in der Nordsee liegen würde. Es müssen also noch andere Faktoren eine Rolle spielen. In Betracht kommen saisonale Schwankungen oder, da Schweinswale größere Wanderungen unternehmen, auch eine "mitgebrachte" Infektion. Unter dieser Voraussetzung wären keine oder nur sehr wenige larvale Nematoden in den Mägen dieser Seesäuger zu erwarten. Tatsächlich liegt der Anteil larvaler Entwicklungsstadien sehr niedrig (Kap. 5). Dies erklärt den Sachverhalt jedoch nur unbefriedigend.

Der starke Unterschied in der Befallsrate und -intensität von Schweinswalen mit *Anisakis* zwischen Nordsee (23%, im Mittel 31 Nematoden) und Ostsee (52%, 131 Nematoden) ist hingegen gut auf die verschiedene Ernährungsweise zurückzuführen. Nach LANG et al. (1990) sind Heringe von 20-27 cm in der westlichen Ostsee zu 3-100% mit *Anisakis* befallen. Kabeljaue (größer 30 cm) weisen nach GRABDA (1976) eine Befallsrate von 2-29% auf. Der hohe Anteil dieser Fischarten an der Nahrung von Schweinswalen erklärt den hohen Befall der Seesäuger in diesem Gebiet. Nach ANDERSEN (1965) fressen Schweinswale etwa 4,3 kg pro Tag. SERGEANT (1969) gibt den Nahrungsbedarf mit 10,8% des Körpergewichts an. Das bedeutet bei einem Durchschnittsgewicht von 48-57 kg in der Ostsee (MÖHLHANSSEN 1954) 5,2-6,2 kg Fisch. Oben angeführtes Rechenbeispiel ergibt auf Ostseeschweinswale angewendet, bei einem täglichen Nahrungsbedarf von 5,7 kg pro Wal eine täglich aufgenommene Nematodenanzahl von 11,3 durch Hering und 2,2-4,5 durch Kabeljau (Tab. 38). Für eine genauere Modellierung sind jedoch detaillierte Kenntnisse der Nahrungsgewohnheiten von Schweinswalen, besonders in bezug auf jahreszeitliche und regionale Schwankungen notwendig.

7 Temperaturresistenz von Nematodenlarven aus Fischen des Nordatlantiks

7.1 Einleitung

Larven der Nematodengattungen *Anisakis* und *Pseudoterranova* können beim Menschen zu schweren Darmentzündungen führen, wenn sie zusammen mit rohem oder unzureichend gegartem Fisch lebend verzehrt werden (MARGOLIS 1977; KLINKS 1983; MÖLLER & SCHRÖDER 1987; MÖLLER 1989 b; NAGANO 1989). Über alle wesentlichen medizinischen Aspekte dieser als *Anisakiasis* bezeichneten Krankheit geben die unlängst von WYNEKEN-GÖRGEN (1987) und ISHIKURA & NAMIKI (1989) herausgegebenen Zusammenfassungen Auskunft. Die 1988 in Deutschland erlassene neue "Fischverordnung" (MARR 1988) soll gewährleisten, daß der Nematodenbefall bei den in Deutschland vermarkteten Seefischen gegenüber früheren Jahren deutlich abnimmt (ETZEL 1989). Da es jedoch auch bei großer Sorgfalt bzw. bei bestimmten Produkten nicht zu vermeiden ist, daß nematodenhaltige Ware in den Handel kommt, muß durch geeignete Verarbeitungsverfahren jegliches Risiko für die menschliche Gesundheit ausgeschlossen werden. Das am breitesten hierbei anwendbare Verfahren ist das Tiefgefrieren, da es die Struktur des Fischfleisches wesentlich weniger beeinflußt als andere Verfahren und somit vielseitig einzusetzen ist. Eine Ermittlung der Temperatur-Lagerungsdauer-Kombinationen, bei der alle Nematoden mit Sicherheit abgetötet werden, ist daher für die Fischwirtschaft von vorrangiger Bedeutung. Betroffen ist vor allem die Heringsverarbeitung, da hier in größerem Umfange risikoreiche Verfahren, wie Räuchern, Marinieren und Salzen angewendet werden, bei denen Nematoden nicht immer abgetötet werden. Neben dem Hering beherbergt auch der Seelachs größere Mengen potentiell humanpathogener Nematodenlarven. Da Seelachs in Deutschland jedoch fast ausschließlich gekocht oder gebraten verzehrt wird, ist das Infektionsrisiko hier gering.

Experimente zur Abtötung bzw. zum Verhalten von Nematodenlarven in Heringen und Seelachsen wurden 1987-89 von der Bundesforschungsanstalt für Fischerei durchgeführt (KARL 1988a, 1989; KARL & LEINEMANN 1989). Im Rahmen vorliegender Arbeit werden die Ergebnisse ergänzender Versuche vorgestellt. Insbesondere Unterschiede im Gefrierverhalten der beiden Gattungen *Anisakis* und *Pseudoterranova* sowie Unterschiede nach Einfrieren in verschiedenen Medien (Fisch, Kochsalzlösung, Luft) werden betrachtet. Zielsetzung war die Bestimmung der Letaltemperatur (LT), bei der 50% bzw. 100% der Nematoden abgestorben waren. Ferner sollte das Gefrierverhalten von Nematoden aus unterschiedlichen Fanggebieten sowie verschiedenen Fischarten betrachtet werden. Ausgangspunkt waren immer wieder auftauchende Einzelbefunde, nach denen Nematoden extrem tiefe Temperaturen (bis -40°C) oder extrem lange Zeiträume (mehrere Monate) überlebten (DAILEY 1975 a; DEARDORFF 1988; MÖLLER & SCHRÖDER 1987).

Die Gefrierversuche wurden jedoch aufgrund der Aktualität des Robbensterbens und der damit verbundenen großen Fülle an Untersuchungsmaterial eingeschränkt. Sie geben daher in viele ursprünglich geplante Fragestellungen nur einen vorläufigen Einblick.

7.2 Material und Methode

Die Kälteresistenz der Nematoden wurde nach zwei verschiedenen Verfahren getestet: Zum einen wurden sie in einem Kühlraum bei -5°C in Abhängigkeit von der Lagerungsdauer langsam eingefroren, zum anderen in einem Stickstoffgebläsefroster in Abhängigkeit von der Temperatur schockgefroren.

Einfrieren im Kühlraum: Zur Erfassung der Gefrierresistenz in Abhängigkeit von der Lagerungsdauer wurden Versuche in einem Kühlraum bei einer konstanten Temperatur von -5°C durchgeführt. Die Temperatur wurde in konstanten Zeitabständen punktuell gemessen.

Schockgefrieren im Stickstoffgebläsefroster: Mit Hilfe eines Stickstoffgebläsefrosters (Typ: BF-R 203/200 R; Firma Messer-Griesheim) wurden die Nematodenlarven je nach Medium, das die Nematoden umgab, innerhalb von 5-170 Minuten auf die gewünschte Kerntemperatur gebracht, für eine definierte Zeit auf dieser Temperatur gehalten und bei Raumtemperatur wieder aufgetaut. Für einen schnellen Einfriervorgang sorgte der eingeblasene, -196°C kalte Stickstoff. Das Versuchsgesetz bestand aus einem Vorratsbehälter für 50 Liter Flüssigstickstoff, einer Temperaturkammer, die innen die Größe eines Würfels von 30 cm Kantenlänge besaß und einem elektronischen Steuergerät, mit dessen Hilfe sich verschiedene Bedingungen einprogrammieren ließen (Abb. 58). In die Versuchskammer wurden über eine kleine Öffnung im Deckel mehrere Temperaturfühler eingeführt. Die Stickstoffzufuhr wurde über ein Magnetventil elektronisch gesteuert. Bei Erreichen einer vorher programmierten Endtemperatur wurde mit einer Fehlergenauigkeit von $\pm 1^{\circ}\text{C}$ im Wechsel Stickstoff zugeführt oder geheizt und so eine konstante Temperatur gewährleistet.

Um eine optimale Ausnutzung der relativ kleinen Versuchskammer zu erreichen, wurde ein Drahtgestell (Maschenweite 2,5 cm) mit mehreren höhenverstellbaren Fächern konstruiert (Abb. 58).

Temperaturmessung: Die Temperatur wurde mit Hilfe von 4 Meßfühlern erfaßt. Diese bestanden aus je einer NTC-Diode (negative temperature control, Durchmesser 5 mm), die an ein 1,5 m langes Kabel gelötet war. Die Dioden waren mit Silikonschlauch überzogen, die Lufträume mit Silikon ausgefüllt. Die Temperatur wurde während des ganzen Versuches mit einem Meßschreiber (Typ: LINSEIS L 6510) aufgezeichnet. Zusätzlich wurde ein elektronisches Thermometer (Typ: Technotherm 9400) eingesetzt. Beim Einfrieren ganzer Fische oder Filets wurde die Kerntemperatur innerhalb der Fische an 3-4 verschiedenen Stellen in der Versuchskammer sowie die Kammertemperatur selbst gemessen und aufgezeichnet. Die Kerntemperatur wurde im Fischfleisch nicht zum gleichen Zeitpunkt erreicht. Die angegebenen Schwankungen in den Einfriergeschwindigkeiten und der Gefrierdauer bei Erreichen der Kerntemperatur beruhen auf nicht genau gleicher Größe der Fische oder Bauchlappen.

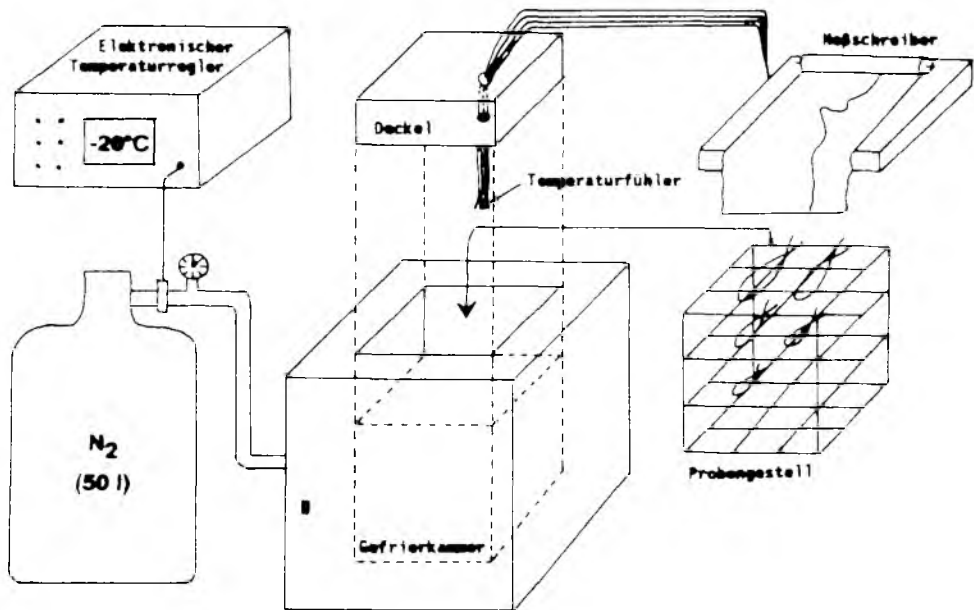


Abb. 58: Versuchsanordnung zur Durchführung der Gefrierversuche mit flüssigem Stickstoff (Gebläsefroster Typ BF-R 203/200 R, Firma Messer-Griesheim, Köln).

Bei beiden Gefrierverfahren befanden sich die Nematoden in verschiedenen Medien:

- "Fischmuskel"**: Es wurden die kompletten Fische bzw. Bauchlappen inklusive der darin vorhandenen Nematoden eingefroren. Die Quantifizierung und Bestimmung der Nematoden erfolgte nach Beendigung des Gefriervorgangs.
- "Sandwich-Filet"**: Zwei Bauchlappen wurden zu einem Sandwich zusammengelegt, in dessen Mitte lebende Nematoden eingelegt wurden.
- "Physiologische Kochsalzlösung"**: Die aus den Fischen isolierten Nematoden wurden in 0,9%iger Kochsalzlösung eingefroren.
- "Freipräpariert"**: Die aus den Fischen isolierten Nematoden wurden (leicht angefeuchtet) in eine Petrischale ohne Flüssigkeit gelegt und eingefroren.

Bei den Verfahren (a) und (b) wurden etwa gleichgroße Fische (Größenklassen in 2-cm-Grenzen) bzw. gleichdicke Bauchlappen oder Filets in einem Versuch verwendet, um ein synchrones Erreichen der Kerntemperatur zu gewährleisten.

Beurteilung der Lebensfähigkeit der Nematoden: Die eindeutige Entscheidung über den Zustand (lebend oder tot) ist bei Nematoden schwierig. Die Überprüfung der Nematoden auf ihre Überlebensfähigkeit erfolgte unmittelbar nach Beendigung der Versuche. Sie wurden in Zeitabständen

von 12-24 h über insgesamt 3-5 Tage unter dem Binokular beobachtet. Eine weitere Absicherung der Befunde wurde durch Behandlung der Nematoden mit Pepsinlösung (pH 1,6) bei 32°C in einem Schüttelbad gewährleistet. Bei jedem Versuch wurde parallel eine Nullkontrolle mit nicht-gefrorenen Nematoden durchgeführt.

Die Entscheidung über den Zustand der behandelten Nematoden erfolgte nach drei Kategorien:

- a) **Lebend** = Die Nematoden sind mehr oder weniger agil. Sie führen meist Suchbewegungen mit dem Vorderende durch. Es sind keinerlei Gewebeschädigungen zu erkennen.
- b) **Moribund** = Gewebeschädigungen sind zu erkennen, der Kopf ist meist starr und unbeweglich. Ein Teil des Körpers ist unbeschädigt und beweglich. Die Würmer sterben nach einigen Tagen.
- c) **Tot** = Die Nematoden sind beschädigt und zeigen auch bei mechanischer Reizung keinerlei Reaktion.

Moribunde Nematoden wurden bei der Bestimmung der Überlebensrate in den folgenden Darstellungen als tot gewertet.

Unsicherheitsfaktoren:

- Frischegrad der Fische bzw. Nematoden:

Der Großteil des Fischmaterials wurde von der Fischindustrie zur Verfügung gestellt. Bei Versuchsbeginn war es 1-10 Tage alt. Eine Beeinflussung der Ergebnisse durch unterschiedlich lange gelagerte Nematoden ist nicht auszuschließen.

- Fanggebiete:

Die Angaben bezüglich der Fanggebiete der untersuchten Fische stammten mit Ausnahme des Stints von der Fischindustrie. Eine Zuordnung war oft nur grob möglich (Island, Norwegen, Nordsee).

- Lage der Nematoden im Filet:

In Versuchen, bei denen die Nematoden im Filet oder Bauchlappen eingefroren wurden, ist die Lage der Nematoden innerhalb der Fischmuskulatur zu berücksichtigen. Die Nematoden lagen in unterschiedlicher Tiefe, wodurch weiter außen liegende Nematoden längere Zeit tieferen Temperaturen ausgesetzt waren.

Fischmaterial: Die Wirtsfischarten der auf ihre Gefrierresistenz untersuchten Nematodenarten stammten aus verschiedenen Fanggebieten (Tab. 39). Seelachs, Brosme und Kabeljau sowie die dazugehörigen Angaben über Fangdatum und Herkunft wurden von der Firma NORDSEE und vom Veterinäruntersuchungsamt in Bremerhaven zu Verfügung gestellt. Die Stinte wurden als Beifang der Krabbenfischerei im Elbeästuar gesammelt.

Tab. 39: Herkunft der für Gefrierversuche verwendeten Wirtsfischarten.

NEMATODENART	FISCHART	FANGGEBIET
<i>Anisakis</i> spec.	Seelachs = Köhler (<i>Pollachius virens</i>)	Norwegen Island Nordsee
<i>Anisakis</i> spec.	Brosme = Lumb (<i>Brosme brosme</i>)	Norwegen, Island
<i>Pseudoterranova</i> <i>decipiens</i>	Stint (<i>Osmerus eperlanus</i>)	Elbe Wattenmeer

Gewinnung der Nematoden: Die Präparation bzw. Isolierung der Nematoden erfolgte zunächst durch vorsichtiges Filetieren von Frischfisch oder von von der Fischindustrie bereitgestellten Bauchlappen oder Filets auf einem Leuchttisch. Die Parasiten wurden bis zum Versuchsbeginn (in der Regel am gleichen Tag) in physiologischer Kochsalzlösung aufbewahrt. Zu einem späteren Zeitpunkt wurde das Auswanderungsverhalten der Nematoden, speziell aus Stinten genutzt (Kap. 8.3). Diese Methode erwies sich als wesentlich zeitsparender und schonender für die Nematoden als das mechanische Freipräparieren aus der Fischmuskulatur.

7.3 Ergebnisse

Insgesamt wurden über 11 000 Nematodenlarven auf ihre Gefrierresistenz hin untersucht. Dabei wurden ca. 2700 Stinte, 90 kg Seelachsbauchlappen, 60 kg Brosmebauchlappen und 40 kg Kabeljaubauchlappen aufgearbeitet. Die Zahl der durchgeführten Einzelversuche belief sich auf 110.

Anisakis weist eine wesentlich höhere Gefrierresistenz auf als *Pseudoterranova*. Die tiefste Temperatur, welche *Anisakis* während der Versuche tolerierte, lag bei -20°C. *Pseudoterranova* überlebte vereinzelt noch bei -15°C. Entsprechend der verschiedenen Versuchsansätze ergaben sich jedoch beträchtliche Einzelunterschiede.

7.3.1 Gefrieren im Fischmuskel

Das Tiefgefrieren der Nematoden in unveränderter Lage im Fischfleisch entspricht den Bedingungen, denen die Parasiten z.B. beim Frosten von Filetblöcken von Seelachs und anderen Gadiden ausgesetzt sind.

7.3.1.1 Versuche im Kühlraum bei -5°C in Abhängigkeit von der Lagerungsdauer

Alle *Pseudoterranova*-Larven, die in natürlicher Lage in der Fischmuskulatur bei -5°C im Kühlraum eingefroren wurden, waren nach 14 Tagen tot. In der Regel waren jedoch bereits nach 4,5 Tagen 100% der Nematoden abgestorben. Die Letaldosis-50 war nach etwa 2,5 Tagen erreicht. Im Einzelfall überlebten 1% der *Pseudoterranova* sowohl im Stint- als auch im Brosmemuskel 13,5 Tage (Tab. 40; Abb. 59).

Anisakis-Larven aus isländischer Brosme überlebten unter gleichen Versuchsbedingungen hingegen nach 14 Tagen noch zu 48% (Tab. 41; Abb. 60). Allerdings war die Überlebensrate bereits nach 8 Tagen auf weniger als die Hälfte abgesunken und blieb dann mehr oder weniger konstant. In der Muskulatur von norwegischem Seelachs hingegen konnten nach 8,6 Tagen nur noch 4%, nach 9,7 Tagen 14% lebende *Anisakis* isoliert werden. Nach 14 Tagen betrug die Überlebensrate 2,4% (Tab. 41; Abb. 60).

Tab. 40: Überlebensfähigkeit von *Pseudoterranova* in Stint- und Brosmemuskel bei -5°C.

Vers. - Nr.	LAGERDAUER		lebend	moribund	tot	gesamt
	Std.	Tage				
<i>Pseudoterranova</i> in Stintmuskel (Elbe)						
K 27	13	0,5	114	0	0	114 *
K 28	42	1,7	33	0	13	46
K 29	64	2,7	33	25	29	87
K 39	86	3,6	10	38	51	99
K 31	107	4,4	11	11	55	77
K 32	133	5,5	0	0	31	31
K 33	136	5,6	0	5	51	56
K 34	129	6,6	0	3	91	94
K 35	181	7,5	0	5	58	63
K 10	184	7,6	0	0	57	57
K 27	184	7,6	0	0	48	48
K 3	206	8,6	0	0	236	236
K 9	232	9,7	0	0	163	163
K 6	326	13,6	3	0	268	271
K 2	378	15,8	0	0	76	76
K 8	378	15,8	0	0	31	31
K 1	398	16,6	0	0	39	39
K 5	469	19,6	0	0	41	41
K 7	469	19,6	0	0	14	14
Gesamt:						1643
<i>Pseudoterranova</i> in Brosmebauchlappen (Island)						
K 16	184	7,6	6	0	0	6
K 15	327	13,6	1	0	4	5
Gesamt:						11

** Kerntemperatur $2,3 \pm 0,7^\circ\text{C}$

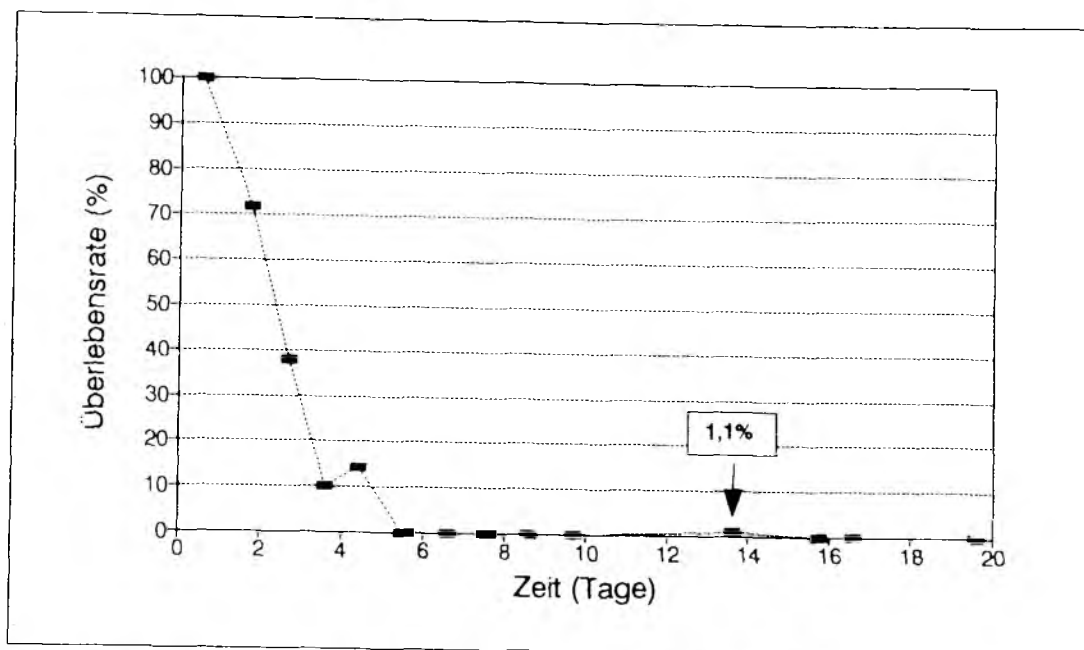


Abb. 59: Überlebensrate von *Pseudoterranova* im Stintmuskel (Elbe) bei -5°C.

Tab. 41: Überlebensfähigkeit von *Anisakis* in Brosme- (Island) und Seelachsbauchlappen (Norwegen) bei -5°C.

Vers.-Nr.	LAGERDAUER		lebend	tot	gesamt
	Std.	Tage			
<i>Anisakis</i> in Brosmebauchlappen (Island)					
K 16	184	7,6	121	74	195
K 17	206	8,6	125	149	274
K 17	206	8,6	69	98	167
K 18	232	9,7	91	107	198
K 18	232	9,7	20	29	49
K 15	327	13,6	97	105	202
Gesamt:					1085
<i>Anisakis</i> in Seelachsbauchlappen (Norwegen)					
K 11	206	8,6	2	51	53
K 12	232	9,7	25	160	185
K 13	327	13,6	2	80	82
Gesamt:					320

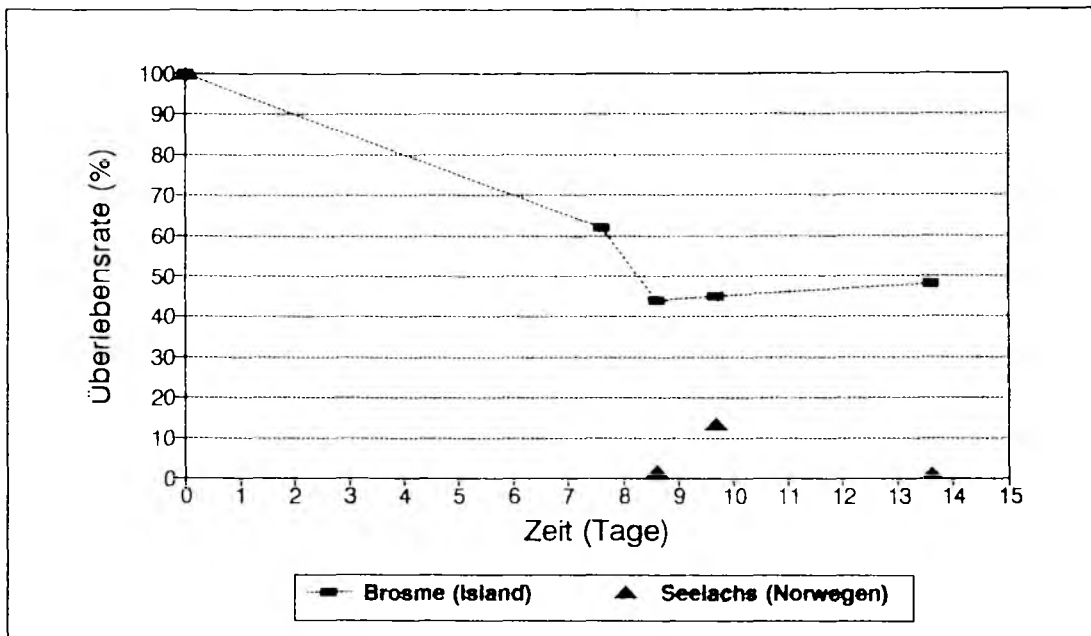


Abb. 60: Überlebensrate von *Anisakis* in Brosme- (Island) und Seelachsbauchlappen (Norwegen) bei -5°C.

7.3.1.2 Versuche im Stickstoffgebläsefroster in Abhängigkeit von der Temperatur

Temperaturen unter -20°C waren für alle Nematoden, unabhängig von der Wirtsfischart, Herkunft oder Artzugehörigkeit, letal. *Pseudoterranova*-Larven zeigten hierbei eine deutlich niedrigere Toleranz gegenüber tiefen Temperaturen als *Anisakis*.

Anisakis-Larven überlebten im Einzelfall zu 0,4% bei -20°C. Die Einfriergeschwindigkeit betrug hierbei 85-100 Minuten, die Gefrierdauer nach Erreichen der Kerntemperatur 20-40 Minuten (Tab. 42; Abb. 61). Jedoch waren bereits bei Temperaturen unter -5°C mehr als die Hälfte der Larven abgetötet. Eine Temperatur von -10°C überlebten 20%, -15° noch 4% der *Anisakis*-Larven im Brosmemuskel. Im Seelachsfleisch betrug die Überlebensrate bei 9,3°C noch 5%, bei -10,6°C zeigten 5 Nematoden noch Eigenbewegung, wurden jedoch aufgrund starker Gewebeschädigungen als moribund eingestuft (Tab. 42; Abb. 62).

Pseudoterranova-Larven ertrugen eine Temperatur von maximal -15°C. Die Überlebensrate von Larven im Stintmuskel betrug bei einer Einfriergeschwindigkeit von durchschnittlich 30 Minuten (20-60) 2,5%. Bei -5°C überlebten 17%, bei -16°C keiner der Nematoden (Tab. 43; Abb. 63). Bei einer langsameren Einfriergeschwindigkeit von 100-125 Minuten und einer Gefrierdauer von 25-50 Minuten nach Erreichen der Kerntemperatur schwankte die Überlebensrate bei Temperaturen von -4,0° bis -8,5°C in den Einzelversuchen zwischen 71% und 14% (Tab. 43, Abb. 63). Bei Temperaturen unterhalb von

-10°C konnte unter diesen Bedingungen kein lebender Nematode mehr nachgewiesen werden.

Tab. 42: Überlebensfähigkeit von *Anisakis* im Muskel von Seelachs und Brosme in Abhängigkeit von der Temperatur (Einfriergeschwindigkeit: 25-170 min.; Gefrierdauer bei Kerntemperatur: 20-60 min.).

Vers.- Nr.	KERNTemperatur (°C)	lebend	moribund	tot	gesamt
<i>Anisakis</i> in Seelachsbauchlappen (Herkunft ?): Einfriergeschwindigkeit 25-90 min.					
N 7	- 5,0	7	0	51	58
N 8	- 9,3	4	2	77	83
N 9	- 15,0	0	0	66	66
N 6	- 20,0	0	0	94	94
Gesamt:					301
<i>Anisakis</i> in Seelachsbauchlappen (Herkunft ?): Einfriergeschwindigkeit 80-170 min.					
N 30	- 10,6	0	5	150	155
N 31	- 12,6	1	9	243	253
N 29	- 15,4	0	6	327	333
N 10	- 20,0	0	0	58	58
Gesamt:					799
<i>Anisakis</i> in Brosmebauchlappen (Island): Einfriergeschwindigkeit 70-120 min.					
N 17	- 10,0	62	0	241	303
N 34	- 10,0	28	0	123	151
N 32	- 15,0	12	0	256	268
N 21	- 20,0	1	0	268	269
N 33	- 20,4	0	0	207	207
Gesamt:					1198
<i>Anisakis</i> in Brosmebauchlappen (Norwegen): Einfriergeschwindigkeit 95-150 min.					
N 16	- 10,0	46	0	280	326
N 20	- 20,0	0	0	255	255
Gesamt:					581

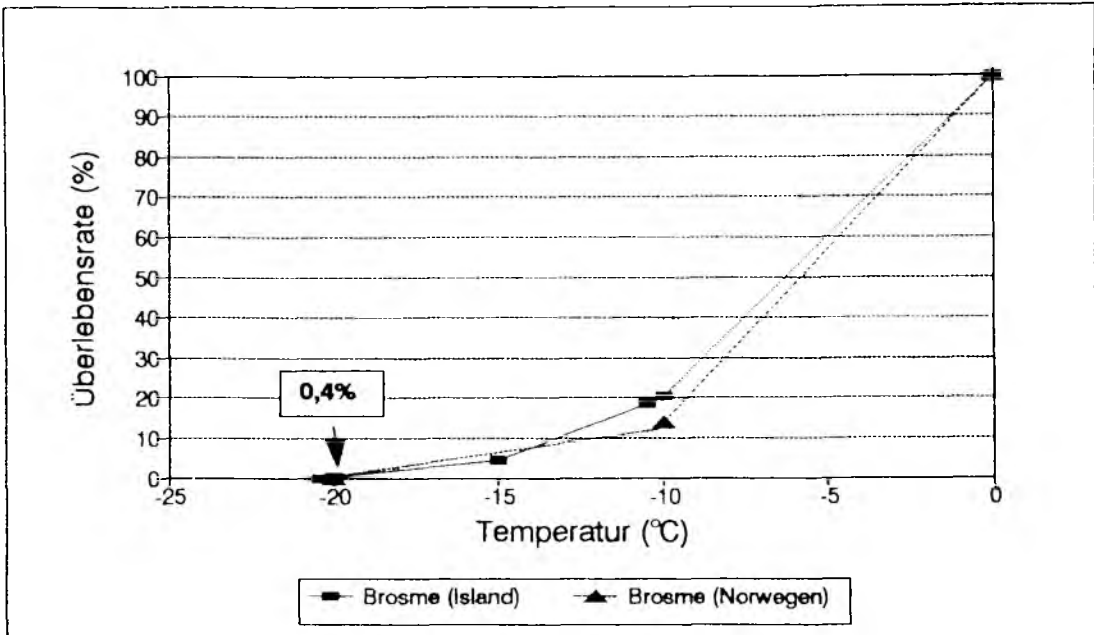


Abb. 61: Überlebensrate von *Anisakis* im Brosmefilet in Abhängigkeit von der Temperatur (Einfriergeschwindigkeit 50-120 min.; Gefrierdauer bei Kerntemperatur: 30-100 min.).

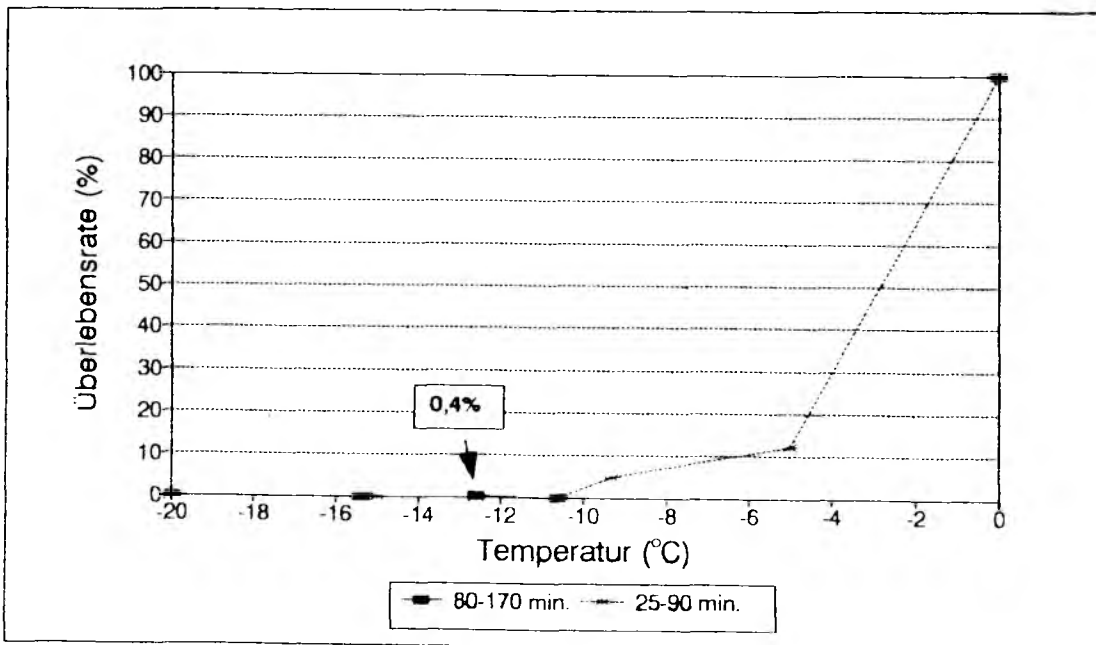


Abb. 62: Überlebensrate von *Anisakis* im Seelachsfilet in Abhängigkeit von der Temperatur (Gefrierdauer bei Kerntemperatur: 60 min.).

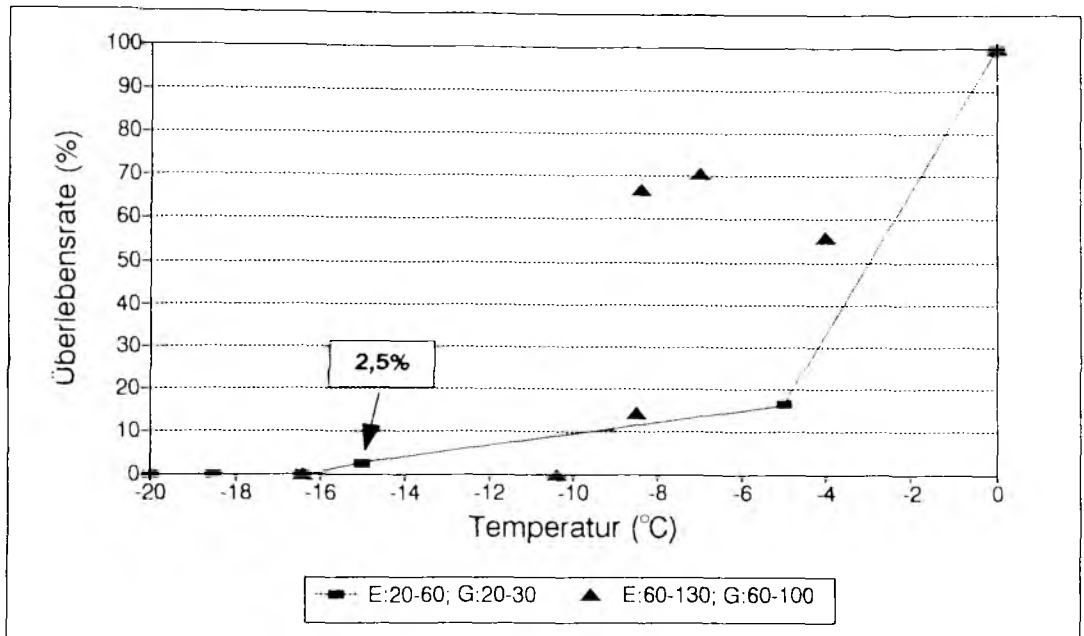


Abb. 63: Überlebensrate von *Pseudoterranova* im Stintmuskel in Abhängigkeit von der Temperatur (E: = Einfriergeschwindigkeit [min.]; G: = Gefrierdauer bei Kerntemperatur [min.]).

7.3.2 Gefrieren im "Sandwich"-Filet

Nachteil des Einfrierens von Nematoden im Fischfleisch ist, daß die Anzahl der Wurmer erst nach Versuchsabschluß erkannt wird. Zudem ist eine große Anzahl von Versuchen notwendig, um eine entsprechend große Anzahl von Nematoden zu erhalten. Beim Einlegen vorher freipräparierter Nematoden zwischen zwei Filetteile ("Sandwich") kann die Anzahl pro Einzelversuch deutlich erhöht werden.

Diese Art von Versuch wurde nur mit *Anisakis* aus norwegischem Seelachs durchgeführt. Die Nematoden wurden innerhalb von 45-70 Minuten auf -10°, -15° und -17°C gekühlt und 30 Minuten bei dieser Temperatur gefroren (Tab. 44; Abb. 64). Dabei zeigte sich kein wesentlicher Unterschied zu den in natürlicher Lage im Seelachsmuskel eingefrorenen Larven. Bei -10°C überlebten 0,6% der Nematoden, tiefere Temperaturen wurden nicht überlebt.

Tab. 43: Überlebensfähigkeit von *Pseudoterranova* im Fischmuskel in Abhängigkeit von der Temperatur (Dauer bis Erreichen der Kerntemperatur: 30-120 min.; Gefrierdauer bei Kerntemperatur: 20-100 min.).

Vers.- Nr.	KERNTemperatur (°C)	lebend	moribund	tot	gesamt
<i>Pseudoterranova</i> im Stintmuskel (Elbe und Husum) Einfriergeschwindigkeit: 20-60 min.					
N 14	- 5,0	26	0	130	156
N 23	- 15,0	3	0	115	118
N 12	- 16,0	0	0	127	127
N 11	- 18,5	0	0	112	112
N 1a	- 20,0	0	0	22	22
N 1b	- 20,0	0	0	6	6
N 1c	- 20,0	0	0	28	28
N 1d	- 20,0	0	0	20	20
N 2	- 20,0	0	0	11	11
N 3	- 20,0	0	0	9	9
N 4	- 20,4	0	0	14	14
N 5	- 20,4	0	0	13	13
Gesamt:					636
<i>Pseudoterranova</i> im Stintmuskel (Elbe und Husum) Einfriergeschwindigkeit: 60-130 min.					
N 28	- 4,0	29	3	20	52
N 25	- 6,4	70	0	29	99
N 26	- 8,4	127	0	63	190
N 27	- 8,5	15	32	57	104
N 24	- 10,4	0	12	95	107
N 13	- 16,5	0	0	289	289
Gesamt:					841
<i>Pseudoterranova</i> im Brosmebauchlappen (Island)					
N 34	- 10,5	0	0	16	16
N 32	- 15,4	0	0	28	28
N 33	- 20,4	0	0	38	38
Gesamt:					82

Tab. 44: Überlebensfähigkeit von aus Seelachs (Norwegen) isolierten und im "Sandwich"-Filet eingefrorenen *Anisakis* in Abhängigkeit von der Temperatur. (Einfriergeschwindigkeit: 45-70 min.; Gefrierdauer bei Kerntemperatur: = ca. 30 min.).

Vers.-Nr.	KERNTEMPORATUR (°C)	lebend	moribund	tot	gesamt
<i>Anisakis</i> im "Sandwich-Filet" (Seelachs, Norwegen)					
N 52	- 10,1	1	5	129	135
N 54	- 15,0	0	0	198	198
N 55	- 17,2	0	0	304	304
Gesamt:					637

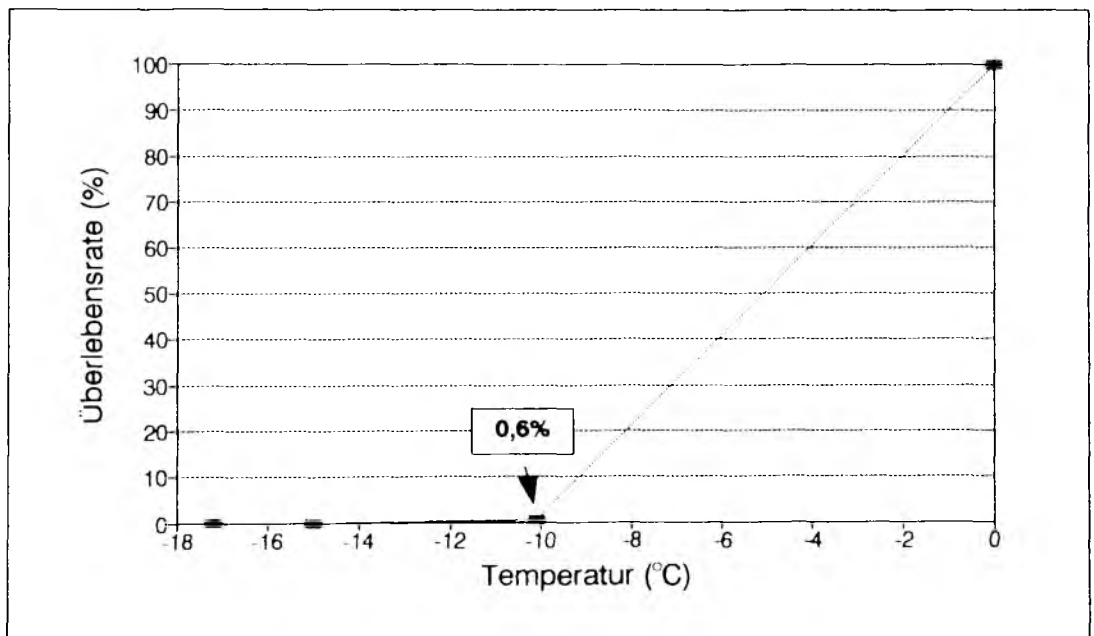


Abb. 64: Überlebensrate von aus Seelachs isolierten und im "Sandwich"-Filet eingefrorenen *Anisakis* in Abhängigkeit von der Temperatur.

7.3.3 Gefrieren in physiologischer Kochsalzlösung

Ein Einfrieren freipräparierter Nematoden in physiologischer Kochsalzlösung oder freiliegender Würmer in einer Petrischale mit Luft als umgebendem Medium hat für die Fischwirtschaft keine direkte Relevanz. Diese Verfahren eignen sich jedoch gut, um die Reaktion verschiedener Nematodenarten, unterschiedlich vorbehandelter Parasiten oder von Würmern aus verschiedenen Fischarten vergleichend darzustellen. Dabei zeigten *Anisakis* im Vergleich zu in Fischfleisch eingefrorenen Würmern eine deutlich herabgesetzte Kälteresistenz. Larven, die aus isländischer Brosme isoliert worden waren, überlebten bei -5°C im Kühlraum maximal 15 Tage, Nematoden aus norwegischer Brosme hingegen nur 9 Tage (Tab. 45; Abb. 65). Die Überlebensrate von *Anisakis* aus norwegischem Seelachs betrug nach 9 Tagen noch 10%. Nach 5 Tagen waren mindestens 70% der Nematoden tot. Es wird jedoch darauf

hingewiesen, daß auch andere Faktoren wie z.B. der Frischezustand des untersuchten Fischmaterials eine Rolle spielen können, die hier unberücksichtigt blieben.

Im Stickstoffgebläsefroster war kein deutlicher Unterschied in der Gefrierresistenz zwischen den beiden Herkunftsgebieten festzustellen. Hier wurden *Pseudoterranova*-Larven in physiologischer Kochsalzlösung innerhalb von 40 Minuten auf -4 bzw -11°C gefroren, 25 Minuten auf der Endtemperatur gehalten und wieder aufgetaut. Unter diesen Bedingungen überlebten bei -4°C etwa 80% der Nematoden (Tab. 46). Bei -11,4°C waren alle Larven abgetötet.

Tab. 45: Überlebensfähigkeit freipräparierter *Anisakis* in physiologischer Kochsalzlösung bei -5°C in Abhängigkeit von der Lagerungsdauer.

Vers.- Nr.	LAGERDAUER		lebend	tot	gesamt
	Std.	Tage			
<i>Anisakis</i> aus Seelachs (Norwegen)					
K 14	229	9,5	6	57	63
Gesamt:					63
<i>Anisakis</i> aus Brosme (Island)					
K 23	134	5,6	17	42	59
K 24	229	9,5	6	44	50
K 25	301	12,5	1	54	55
K 26	372	15,5	0	15	15
Gesamt:					179
<i>Anisakis</i> aus Brosme (Norwegen)					
K 19	134	5,6	1	54	55
K 20	229	9,5	0	46	46
K 22	300	12,5	0	64	64
K 21	372	15,5	0	49	49
Gesamt:					214

Tab. 46: Überlebensfähigkeit von aus Stint (Elbe) isolierten *Pseudoterranova* in physiologischer Kochsalzlösung in Abhängigkeit von der Temperatur (Einfriergeschwindigkeit: 40 min.; Gefrierdauer bei Kerntemperatur: 25 min.).

Vers.- Nr.	KERNTemperatur (°C)	lebend	moribund	tot	gesamt
<i>Pseudoterranova</i> in physiologischer Kochsalzlösung (aus Stint, Elbe)					
N 35A	- 4,0	29	1	4	34
N 35B	- 4,0	82	13	14	109
N 37	- 11,4	0	0	27	27
Gesamt:					170

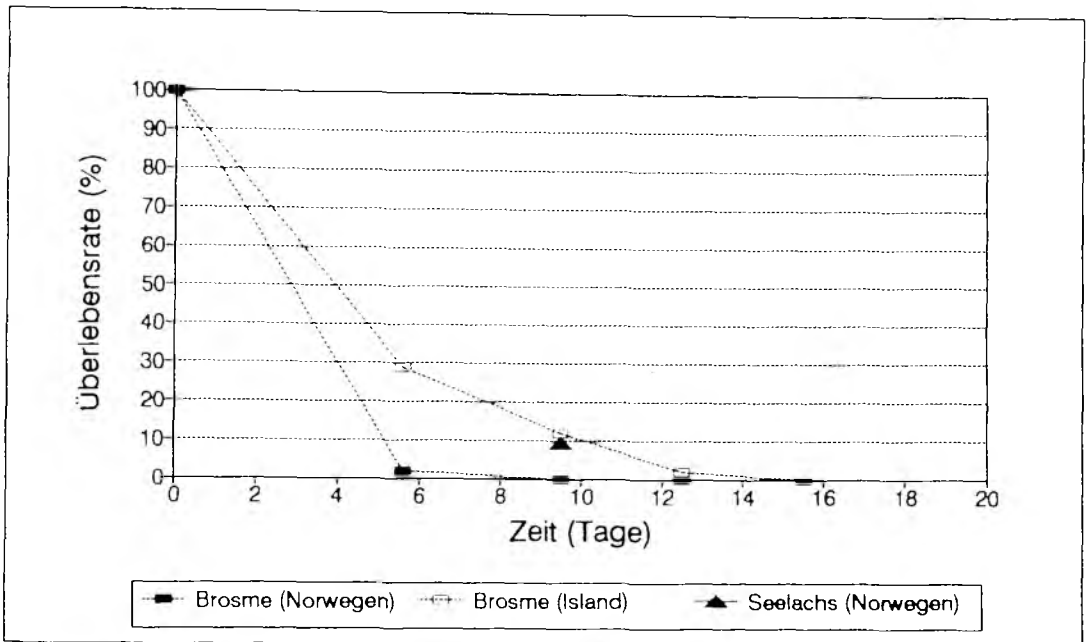


Abb. 65: Überlebensrate von aus verschiedenen Fischarten isolierten *Anisakis* in physiologischer Kochsalzlösung bei -5°C in Abhängigkeit von der Lagerungsdauer.

7.3.4 Gefrieren freiliegender Nematoden

Beim Gefrieren von Nematoden im Fischmuskel oder in wäßrigem Milieu ist eine Schutzwirkung des umgebenden Medium nicht auszuschließen. Im folgenden wurden daher freipräparierte Nematoden ohne festes oder flüssiges Medium eingefroren. Die Nematoden wurden hierzu in eine Petrischale gelegt und innerhalb von 5 Minuten im Stickstoffgebläsefroster auf verschiedene Temperaturen gekühlt und 30 Minuten gefroren. Dabei zeigte sich, daß die Kälteresistenz gegenüber im Fischmuskel eingefrorenen Larven deutlich herabgesetzt ist. Die letale Temperatur lag für beide Nematodenarten bei -9°C . Tieferere Temperaturen wurden nicht überlebt (Tab. 47, 48).

Beim Einfrieren der *Pseudoterranova*-Larven konnte ein Unterschied im Gefrierverhalten in Abhängigkeit vom Frischzustand der Nematoden beobachtet werden. Die LT-50 lag für frisch isolierte *Pseudoterranova*-Larven bei -6 bis -7°C . Nematoden, die hingegen vorher 44-60 Tage bei $+4^{\circ}\text{C}$ im Kühlschrank aufbewahrt worden waren, erwiesen sich unter gleichen Versuchsbedingungen als weniger resistent gegenüber Kälte (Tab. 47; Abb. 66). Bei -6°C waren über 80% abgetötet. *Anisakis*-Larven aus Seelachs waren bereits bei einer Temperatur von $-5,5^{\circ}\text{C}$ zu 100% abgetötet. Die gleichen Nematoden aus Brosme überlebten hingegen eine Temperatur von -9°C zu 0,9% (Tab. 48; 49). Unterschiede im Einfrieren von eingekapselten *Anisakis*-Larven zu solchen ohne Kapseln konnten nicht festgestellt werden.

Tab. 47: Überlebensfähigkeit von aus Stint und Brosme isolierten *Pseudoterranova* in Abhängigkeit von der Temperatur (Nematoden frei in Petrischale eingefroren; Einfriergeschwindigkeit: ca. 5 min.; Gefrierdauer bei Endtemperatur: 30 min.).

Vers.- Nr.	KERNTemperatur (°C)	lebend	moribund	tot	gesamt
<i>Pseudoterranova</i> aus Stint (Elbe): 5-11 Tage alt					
N 36	- 6,2	81	0	0	81
N 57	- 6,7	42	82	20	144
N 39	- 7,1	5	64	9	78
N 58	- 8,3	0	26	101	127
N 49	- 8,6	2	97	18	117
N 38	- 9,1	0	17	35	52
N 59	- 10,2	0	0	128	128
N 60	- 12,0	0	0	116	116
Gesamt:					843
<i>Pseudoterranova</i> aus Stint (Elbe): 44-60 Tage alt					
N 41	- 6,1	11	44	12	67
N 61	- 6,7	0	1	46	47
N 40	- 8,0	0	0	60	60
N 62	- 8,3	0	0	60	60
N 63	- 10,2	0	0	44	44
N 64	- 12,0	0	0	39	39
Gesamt:					317
<i>Pseudoterranova</i> aus Brosme (Island)					
N 47	- 8,6	0	0	3	3
N 48	- 8,6	0	0	13	13
N 43	- 10,5	0	0	2	2
Gesamt:					18

Tab. 48: Anzahl überlebender *Anisakis*-Larven aus Brosme in Abhängigkeit von der Temperatur (Nematoden frei in Petrischale eingefroren; Einfriergeschwindigkeit: ca. 5 min.; Gefrierdauer bei Endtemperatur: 30 min.).

Vers.- Nr.	KERNTEMPERATUR (°C)	lebend	moribund	tot	gesamt
<i>Anisakis</i> aus Brosme (Island): eingekapselt eingefroren					
N 47	- 8,6	1	0	116	117
N 48	- 10,5	0	0	114	114
N 43	- 10,5	0	0	127	127
Gesamt:					358
<i>Anisakis</i> aus Brosme (Island): nicht eingekapselt eingefroren					
N 44	- 10,5	0	0	77	77
N 45	- 10,5	0	0	12	12
N 45	- 10,5	0	0	28	28
Gesamt:					117

Tab. 49: Überlebensfähigkeit von aus Seelachs freipräparierten *Anisakis* in Abhängigkeit von der Temperatur (freiliegend in einer Petrischale eingefroren; Einfriergeschwindigkeit: ca. 5 min.; Gefrierdauer bei Endtemperatur: ca. 30 Minuten); z.T. in den vom Fischwirt gebildeten Gewebekapseln eingefroren.

Vers.- Nr.	KERNTEMPERATUR (°C)	lebend	moribund	tot	gesamt
<i>Anisakis</i> aus Seelachs: eingekapselt eingefroren					
N 66	- 5,3	0	20	39	59
N 67	- 6,4	0	43	55	98
N 65	- 8,3	0	0	7	7
Gesamt:					164
<i>Anisakis</i> aus Seelachs: nicht eingekapselt eingefroren					
N 66	- 5,3	0	10	82	92
N 67	- 6,4	0	22	51	73
N 65	- 8,3	0	6	25	31
Gesamt:					196

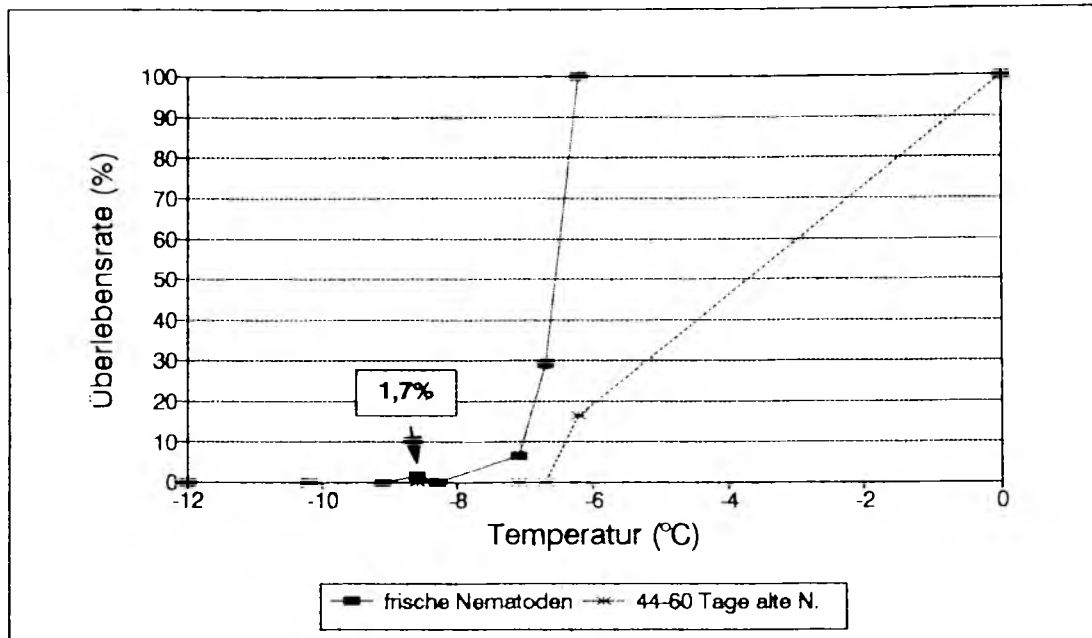


Abb. 66: Überlebensrate von aus Stint isolierten *Pseudoterranova*-Larven in Abhängigkeit von der Temperatur (freiliegend in einer Petrischale eingefroren).

7.4 Diskussion

Die Vergleichbarkeit von Ergebnissen zur Gefrierresistenz von Nematoden wird durch eine Vielzahl variabler Faktoren kompliziert: Gefrierverfahren bzw. Einfriergeschwindigkeit, umgebendes Medium (Fischmuskel, flüssiges Medium, freiliegend), Fanggebiet, Fischart, Nematodenart und Frischzustand der Würmer. Von Bedeutung für die Beurteilung der Gefrierresistenz ist auch die Definition der Lebensfähigkeit. Die meisten Autoren nehmen die Eigenbeweglichkeit als Lebenskriterium. In vorliegender Arbeit wurde lebend, moribund und tot unterschieden. Es ist vorsorglich davon auszugehen, daß die als lebend bezeichneten Nematoden auch ihre Einbohrpotenz noch besitzen. Bei den moribunden ist dies jedoch wenig wahrscheinlich. Moribunde Nematoden zeigen jedoch durchaus noch Eigenbeweglichkeit, so daß sie im Sinne anderer Autoren als überlebend einzustufen wären. Versuche zur Einbohrpotenz von *Anisakis* zeigen, daß an Ratten verfütterte Larven, die vorher 60 min. bei -5°C bzw. -10°C gefroren wurden, zu 10-30% infektiös waren (HASHIGUCHI & TAKEI 1975). Bei einer Gefrierdauer von 120 und 150 min. war keine Infektiösität mehr festzustellen. YAMADA (1971) begrenzt die Einbohrfähigkeit für *Anisakis*-Larven bei -2°C bzw. -8°C auf 96 h, bei -20°C auf 14 h. Dabei bestand kein Unterschied zwischen Larven des Typs I oder II (entspricht *Anisakis simplex* bzw. *A. (physeteris?)*).

Generell zeigen *Anisakis*-Larven unter gleichen Versuchsbedingungen eine höhere Resistenz gegenüber Kälte als *Pseudoterranova*-Larven.

Maximale Überlebensfähigkeit in Abhängigkeit von der Temperatur und Lagerungsdauer. *Anisakis* überlebte nach vorliegenden Untersuchungen bei -5°C mindestens 14 Tage. Die Überlebensrate schwankte je nach Fanggebiet bzw. Wirtsfischart zwischen 1 und 48%. GUSTAFSON (1953) fand bei dieser Temperatur nach 6 Tagen noch 6% überlebende *Anisakis* in Heringen. Bei -17°C überlebten *Anisakis* nicht länger als 10 h. In Felsenbarsch ermittelte er bei -10°C eine maximale Überlebenszeit von 12 Tagen, bei -17°C waren die Nematoden mindestens 6 h überlebensfähig. Die Zeiten sind gemessen nach Einlagerung in die Kühlapparatur und geben folglich nicht die Lagerungsdauer bei Kerntemperatur wieder. *Anisakis* in der gleichen Fischart aus den Gewässern von Hawaii weisen bei -10°C eine 100%ige Sterblichkeit bereits nach 1 Tag auf (DEARDORFF et al. 1984). Die gleiche Nematodengattung aus dort importierten Felsenbarschen waren bei -10°C hingegen erst nach 7 Tagen, bei -20°C nach 5 Tagen abgestorben. Auch hier gelten die Zeiten nach Einlagerung in das Gefriergerät.

In vorliegender Arbeit überlebte 1 von 289 *Anisakis*-Larven in isländischer Brosme bei -20°C für mindestens 30 Minuten. *Anisakis* in norwegischem Seelachs überlebten hingegen höchstens -15°C . GUSTAFSON (1953) fand nach 2-stündiger Einlagerung bei -21°C noch 15 lebende von 800 + untersuchten *Anisakis*. Tieferen Temperaturen und längere Zeiten wurden nicht überlebt. KARL & LEINEMANN (1989) wiesen in Heringen bzw. Lappenware, die innerhalb von 2,5 h in einem Plattenfroster auf eine maximale Temperatur von -34°C gebracht worden waren, noch 2,4% (5/207) überlebende *Anisakis* nach. Die Überlebensrate wird nach diesen Autoren in Gebinden mit zunehmender Größe begünstigt. In 5-kg-Gebinden überlebten bei -18° bzw. -20°C keine, in 10-kg-Gebinden bei -18°C noch 1% (-20°C keine) und in 20-kg-Gebinden bei -18°C noch 1,8%, bei -20°C noch 1% der *Anisakis*-Larven. Die Gebinde wurden bei diesen Versuchen in einem Kühlraum auf die Kerntemperatur gekühlt, bei dieser Temperatur 24 h gelagert und bei Raumtemperatur aufgetaut. *Anisakis*-Larven, die in "Sandwichfilets" aus Seelachsfilet bei einer Kerntemperatur von -20°C für 24 h gefroren wurden, überlebten hingegen nicht (KARL 1987). Zu ähnlichen Resultaten kam GUSTAFSON (1953). Er fand in Heringen, die in 45-kg-Blöcken für 16 Stunden bei -28° bis -33°C eingefroren und anschließend bei -12°C gelagert wurden, 10,8% überlebende *Anisakis* (41 von 381). Die Ursache für die höhere Gefrierresistenz von Nematoden in größeren Gebinden liegt wahrscheinlich einerseits in der längeren Zeitdauer bis Erreichen der Kerntemperatur, zum anderen ist möglicherweise ein inhomogenes Gefrieren der Fischblöcke dafür verantwortlich.

Berichte von *Anisakis*-Larven, die extrem lange Zeiten bzw. Temperaturen überlebten, liegen vor von DAILEY (1975 a), MÖLLER und SCHRÖDER (1987) und DEARDORFF (1988). DAILEY fand bei kommerziell eingefrorenen Heringen, die 221 Tage im Labor-Gefrierschrank eingefroren waren, noch 11,8% (2 von 17) sich bewegende *Anisakis*-Larven. Jedoch zeigten diese Nematoden nur schwache Bewegungen für 1-5 Minuten, so daß eine Infektionsfähigkeit zweifelhaft erscheint. Eine Angabe der Temperatur fehlt. DEARDORFF (1988) berichtet von jeweils 0,2% überlebenden *Anisakis*-Larven aus Lachs (*Salmo spec.*) und Felsenbarsch (*Sebastes spec.*) nach Gefrieren in einem kommerziellen Gebläsefroster auf -40°C . Es fehlen jedoch auch hier genauere Angaben. MÖLLER & SCHRÖDER (1987) berichten von Nematoden, die eine ca. 2-monatige Lagerung bei -30°C auf dem Fischereiforschungsschiff "Walter Herwig" überlebten. Die Befunde konnten bei Versuchswiederholung jedoch nicht bestätigt werden. Generell fehlen bei diesen Berichten genauere Angaben über

Temperatur oder Lagerungsdauer. Zudem wurden die Befunde nicht unter kontrollierten Bedingungen ermittelt. Sie sind daher nur schwer zu beurteilen. Aufgrund bisheriger experimenteller Erkenntnisse konnten derartige Extremwerte nicht bestätigt werden.

***Pseudoterranova*:** In vorliegender Arbeit erreichten *Pseudoterranova*-Larven in Stintmuskel bei -5°C eine 100%ige Sterblichkeit meist nach 4,5 Tagen, in einem Einzelfall lag sie bei 13,6 Tagen. Eine Einlagerung bei einer üblicherweise kommerziell verwendeten Kühlraumtemperatur von -20°C tötet die Nematoden nach 16,5 h vollständig ab (RONALD 1960). Die in den Fischen gemessene Kerntemperatur betrug zu diesem Zeitpunkt -14,8°C, die des Kühlraumes -18,7°C. RONALD weist darauf hin, daß die Kühlraumtemperatur ("high efficiency" forced air type) nach Einlagerung des Fisches von -20° auf -16,5° stieg und erst nach über 72 h wieder die Ursprungstemperatur von -20°C erreichte. Die Kerntemperatur im Fisch sank in den 20 Tagen Versuchszeit hingegen nur auf -19°C und blieb somit unter der Kühlraumtemperatur. Entscheidend für Präventivmaßnahmen ist stets die im Fischfleisch herrschende Kerntemperatur. Dadurch erklärt sich auch die höhere Überlebensfähigkeit von Nematoden in großen Gebinden.

Nach 30-minütigem Gefrieren bei Erreichen der Kerntemperatur überlebten in vorliegender Arbeit bei -15°C noch 2,5% der *Pseudoterranova*-Larven. Tieferen Temperaturen waren stets letal. Nach ODENSE (1979 a) überlebten bei -12°C noch 1 von 32 *Pseudoterranova*-Larven (3%) in Kabeljaumuskel. Die Nematoden waren in 1-lb-Blocks (= 0,454 kg) in 33 min. auf diese Kerntemperatur gefroren und dann aufgetaut worden. Die meisten der Versuche führte ODENSE in Kabeljaumuskel durch, einige wenige auch in Seezunge. Dabei kühlt Kabeljau schneller als Seezunge. In Seezunge wurden bei keinem der Versuche lebende *Pseudoterranova* festgestellt.

***Contracaecum osculatum*:** BIER (1976) gibt für *C. osculatum* bei -20°C eine maximale Überlebenszeit von 52 h nach Einlagerung an. Ansonsten fehlen Untersuchungen zur Gefrierresistenz dieser Nematodenart.

Regionale Aspekte: Befunde aus vorliegender Arbeit sowie von DEARDORFF et al. (1984) deuten auf regionale Unterschiede in der Gefrierresistenz hin. In vorliegender Arbeit konnten Unterschiede zwischen *Anisakis* aus isländischer Brosme und norwegischem Seelachs festgestellt werden. In Seelachs betrug die Überlebensrate bei -5°C nach 13,6 Tagen noch 2,4%, in Brosme hingegen über 48%. Nach 30-minütigem Gefrieren bei einer Kerntemperatur von -15,4°C zeigten im Seelachsmuskel noch 2% der Nematoden Eigenbewegungen, während in Brosme unter diesen Bedingungen noch 0,4% der Nematoden bei -20°C überlebten. In physiologischer Kochsalzlösung überlebten *Anisakis* aus isländischer Brosme zu einem höheren Prozentsatz und länger als aus norwegischer Brosme. Die oben bereits erwähnten Unterschiede in der Überlebensdauer von *Anisakis*-Larven aus Felsenbarschen in Gewässern Hawaiis und dort importierten Felsenbarschen (DEARDORFF et al. 1984) unterstützen die Vermutung regional unterschiedlicher Gefrierresistenz. Nach bisher vorliegenden Befunden scheinen Nematoden in Fischarten tropischer Gewässer eine geringere Gefrierresistenz zu zeigen als solche aus kälteren Regionen. Ein solches Verhalten wäre als Anpassung an die jeweils herrschende

Umgebungstemperatur durchaus wahrscheinlich. Inwieweit derartige Unterschiede jedoch tatsächlich auf regionale Gegebenheiten zurückzuführen sind und welche Rolle hierbei die Wirtsfischart sowie das Alter der untersuchten Fischware spielen, wäre in weiteren Untersuchungen zu klären.

Gefrierresistenz in Abhängigkeit vom umgebenden Medium: Nach eigenen Ergebnissen liegt die Letaltemperatur für freiliegend oder in Kochsalzlösung eingefrorene Nematoden deutlich höher als für Nematoden im Fischmuskel. Das Fischfleisch bietet einerseits Schutz vor Austrocknung, andererseits wird die Endtemperatur langsamer erreicht. Den Nematoden wird dadurch möglicherweise eine Anpassung an die sinkende Temperatur ermöglicht. Auch RONALD (1960) führte seine Temperaturversuche an *Pseudoterranova* nach drei Methoden durch: im Fischmuskel, in 33%iger Kochsalzlösung und auf feuchtem Filterpapier. Eine 100%ige Sterblichkeit wird in Kochsalzlösung bei -70°C bzw. -40°C bereits nach 14,5 sec. bzw. 3 min. erreicht. Im Fischmuskel beträgt sie hingegen bei -40°C bis 40 min. Auch nach RONALD (1960) zeigen freiliegende Nematoden eine geringere Überlebensfähigkeit als solche in wäßrigem Medium.

Gefrierresistenz in Abhängigkeit vom Frischzustand der Nematoden: Über einen längeren Zeitraum bis Versuchsbeginn gelagerte *Pseudoterranova*-Larven erwiesen sich gegenüber "frischen" Nematoden als weniger kälteresistent. Die Ursache ist wahrscheinlich in einer erhöhten Stoffwechselrate der über einen längeren Zeitraum aus Fischen isolierten Nematoden zu sehen. Im Fischfleisch könnten Signalstoffe wie etwa sich nach dem Tod der Fische bildende biogene Amine zu einer Erhöhung des Stoffumsatzes führen. Über einen längeren Zeitraum würden die Nematoden daher in ihrer Kondition geschwächt. Die geringe Anzahl untersuchter Nematoden sowie das Fehlen von Vergleichsuntersuchungen erfordern jedoch weitere Untersuchungen.

Schlußfolgerung: Die Kälteresistenz von *Pseudoterranova* ist im Vergleich zu *Anisakis* deutlich geringer. Für Empfehlungen ist daher die Betrachtung der Kälteresistenz letzterer Nematodenart entscheidend. Nach Empfehlungen des Bundesverbandes der deutschen Fischindustrie und des Fischgroßhandels 1987 gelten Heringserzeugnisse im Sinne des § 8 LMBG als sicher, "... wenn entweder die Rohware oder das Enderzeugnis tiefgefroren werden, wobei eine Kerntemperatur von -18°C über mindestens 24 h einzuhalten ist" (Fassung 8.8.1988, MARR 1988). Nach der holländischen Heringsverordnung in der Fassung von 1984 müssen leichtgesalzene und frische Heringe innerhalb von 12 h nach Beginn des Einfrierens eine Temperatur von mindestens -20°C erreicht haben und während 24 h bei einer Temperatur von mindestens -20°C eingelagert bleiben. Dabei dürfen Gebindegrößen während des Frostens höchstens 30 kg betragen. Handelsübliche Gefrierverfahren bzw. die Empfehlungen des Bundesverbandes der deutschen Fischindustrie und des Fischgroßhandels reichen nach heutigem Kenntnisstand nur bedingt aus, um eine Abtötung noch vorhandener Nematoden zu gewährleisten. Die Regelung der deutschen Fisch-Verordnung kann zumindest für Gebindegrößen bis 10 kg als ausreichend angesehen werden, um alle Nematoden abzutöten. Für größere Gebindegrößen trifft dies jedoch nicht zu (KARL & LEINEMANN 1989). Hier sind entweder schnellere Einfrierzeiten oder eine längere Lagerungsdauer anzuraten.

8 Versuche über Verhalten und Resistenz von Nematoden gegenüber verschiedenen Medien

8.1 Einfluß von Gasen (Stickstoff und Kohlendioxid) auf die Überlebensfähigkeit von Nematoden

In einem Einzelversuch wurde getestet, ob die verschiedenen Gase Stickstoff bzw. Kohlendioxid, die für kommerzielle Gefrierverfahren eine Rolle spielen, einen Einfluß auf die Überlebensfähigkeit haben. In zwei Gefäßen mit jeweils 100 ml physiologischer NaCl-Lösung wurden bei Raumtemperatur je 12 *Anisakis*-Larven aus Heringen und 14 *Pseudoterranova*-Larven aus Stinten jeweils 2 Stunden mit Stickstoff und Kohlendioxid begast. Die Gefäße waren dicht mit einem Gummistopfen verschlossen, durch den 2 Glasröhrchen zur Gaszu- und -ableitung führten. Nach der Begasungszeit wurden die mit Gummischläuchen versehenen Glasrohre luftdicht abgeklemmt und die Nematoden für insgesamt 91 h in der gasgesättigten NaCl-Lösung im Kühlschrank bei +4°C aufbewahrt. Anschließend wurde die Überlebensrate der Nematoden bestimmt.

Ein negativer Einfluß konnte weder bei Begasung mit Stickstoff noch mit Kohlendioxid festgestellt werden. Bei beiden Gasarten überlebten alle Nematoden. Auch nach 8 Wochen weiterer Hälterung bei +4°C waren sie noch aktiv. Die beiden getesteten Gase üben also weder eine Kurz- noch eine Langzeitschädigung aus.

8.2 Pepsinresistenz anisakider Nematoden

Die Lebendkontrolle der Nematoden bei den Gefrierversuchen (Kap. 7) erfolgte unter anderem mit Hilfe von Pepsin (pH ca. 1,6, 32°C; in etwa natürliche Bedingungen im Magen des Endwirtes). Aus diesem Grund wurde geprüft, ob Pepsin über einen längeren Zeitraum hinweg die Würmer angreift. Die Ergebnisse sind in Tab. 50 zusammengefaßt.

Zur Prüfung der Resistenz gegenüber Pepsin wurden insgesamt 632 *Anisakis*-Larven und 460 *Pseudoterranova*-Larven über mehrere Tage untersucht. Die Nematoden wurden in 25-ml-Rollrandgläser mit Pepsinlösung (pH 1,6) gegeben und bei 32°C in einem Schüttelbad erwärmt. Nach verschiedenen Zeitabständen wurde je ein Glas herausgenommen und die Nematoden unter dem Binokular auf eventuelle Schädigungen geprüft.

Sowohl *Pseudoterranova*- als auch *Anisakis*-Larven überstanden diese Bedingungen 48 Stunden ohne Schaden. Nach 67 h zeigten sich bei 32% der *Pseudoterranova*-Larven aus Stint negative Auswirkungen. Die Larven von *Anisakis* hingegen wiesen erst nach 4 Tagen (113 h) geringe Schädigungen auf. Nach knapp 6 Tagen (143 h) waren 13% der Tiere getötet oder moribund. Pepsin ruft bei den Nematoden erst nach mehrtägigem Einwirken Schädigungen hervor. Eine Verwendung als Kontrolle der Lebensfähigkeit hat daher keinen Einfluß auf die Ergebnisse der in Kap. 7 durchgeführten Gefrierversuche.

Tab. 50: Resistenz von Nematoden gegenüber Pepsin.

Stunden nach Versuchsbeginn	lebend	moribund	tot
<i>Pseudoterranova</i> aus Stint (Elbe)			
26,5	204	0	0
67,0	139	65	1
100,5	109	89	1
<i>Pseudoterranova</i> aus Brosme (Island)			
18,0	6	0	0
<i>Anisakis</i> aus Seelachs (Herkunft ?)			
24,0	36	0	0
48,0	97	0	0
72,6	94	0	0
96,8	95	0	2
113,3 *	30	0	1
143,2	84	3	10
169,6	81	1	15
<i>Anisakis</i> aus Brosme (Island)			
18,0	80	0	0

* Nematoden in Kapseln verdaut

8.3 Auswanderungsverhalten von *Pseudoterranova decipiens*

Das Auswanderungsverhalten von *Pseudoterranova*-Larven aus Stint wurde bei verschiedenen Salzkonzentrationen (Leitungswasser; 0,9%; 3,5%; und 10% NaCl) untersucht. Die Stinte wurden hierzu, unterschieden nach Größenklassen von jeweils 2 cm, unausgenommen bei Raumtemperatur in 10 l Plastikeimer in die verschiedenen Salzlösungen gelegt. Nach jeweils 1 bzw. 2 Tagen wurden die Stinte auf dem Leuchttisch ausgenommen und filetiert, um die Nematoden zu bestimmen und zu quantifizieren. Die im Eimer verbliebenen Nematoden wurden in ein Haushaltssieb gegossen und ebenfalls bestimmt und gezählt. Insgesamt wurden 810 Stinte untersucht, aus denen 1495 *Pseudoterranova*-Larven auswanderten.

Aus toten, im Wasser liegenden Stinten wandert ein Teil der Nematodenlarven aus. Die Menge der auswandernden Nematoden ist abhängig von der Fischgröße bzw. der Befallsintensität einer bestimmten Größenklasse und von der Salzkonzentration des Wassers (Abb. 67, 68). Ein weiterer bei den Versuchen nicht berücksichtigter Faktor ist die Temperatur des Wassers. Die geringste Auswanderungsrate zeigten die *Pseudoterranova*-Larven bei Lagerung der Wirtsfische in Leitungswasser. Aus Stinten der Größenklasse 15-16 cm hatten nach 48 h nur 13% der Nematoden den

Wirt verlassen (Abb. 68). In physiologischer Kochsalzlösung wanderten hingegen in derselben Zeit 77% der Nematodenlarven aus. Bei steigender Salzkonzentration (3,5% bzw. 10%) fiel die Anzahl der Nematoden wieder auf einen geringeren Wert zurück. Bei einem Salzgehalt von 3,5% verließen nach 48 h nur noch 40%, bei 10% Salzgehalt nur 31% der Würmer den Wirt.

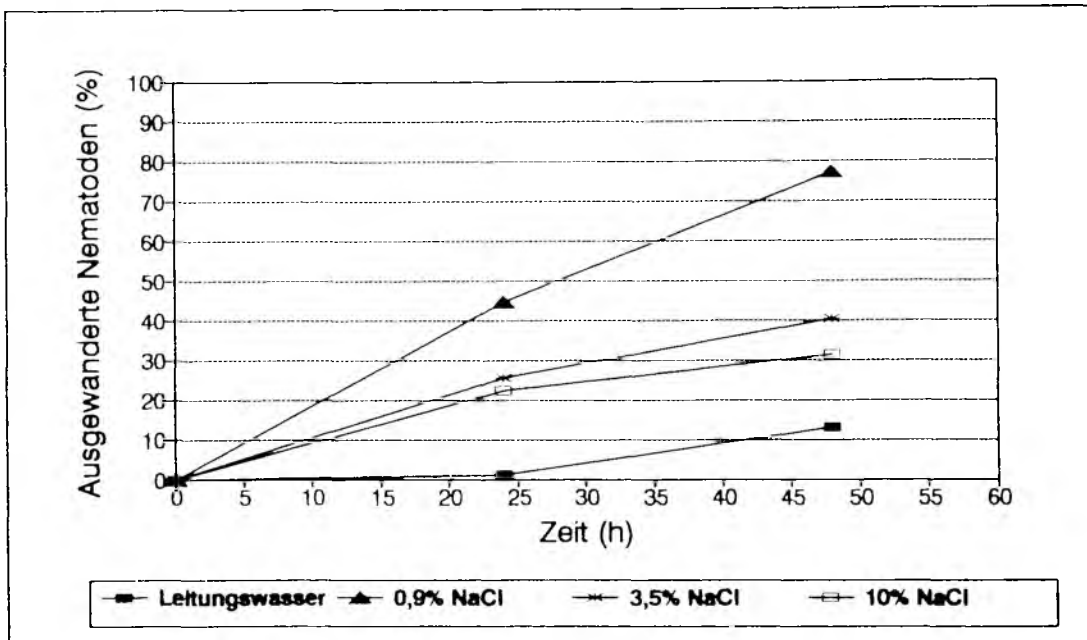


Abb. 67: Auswanderungsverhalten von *Pseudoterranova* aus Stint (15-16 cm) in Abhängigkeit von der Salzwasserkonzentration.

Mit zunehmender Größe der Fische sank in der Regel die Rate der auswandernden Nematodenlarven (Abb. 68). Aus Stinten der Größe 13-14 cm, die in physiologischer Kochsalzlösung eingelegt waren, wanderten beispielsweise nach 28 h 54% der Nematoden aus. Das sind 27% weniger als aus Stinten der Größe 19-20 cm (27%). Nach 52 h betrug der Unterschied ausgewanderter Nematoden zwischen diesen beiden Fischgrößenklassen noch 19%. Eine Ausnahme stellten Stinte kleiner als 12 cm dar. Aus ihnen wanderten unter gleichen Bedingungen nur 40% bzw. 70% der *Pseudoterranova*-Larven aus. Der Grund hierfür liegt möglicherweise in der weniger homogenen Größengruppe (Spanne 7-12 cm) bzw. in der geringeren Befallsrate dieser Größenklasse mit Nematoden.

Das Auswandern von Nematoden aus dem toten Wirt ist sicher auf den einsetzenden Verwesungsprozeß zurückzuführen. Physiologisch günstigere Bedingungen des Außenmediums scheinen die Würmer zu veranlassen, den Wirt zu verlassen. Welche Stimulatoren oder Stoffe letztendlich für dieses Verhalten ausschlaggebend sind, bleibt offen. Das Auswanderungsverhalten bietet jedoch eine schonende und wenig arbeitsintensive Methode zur Gewinnung einer größeren Anzahl von Nematoden für Experimente.

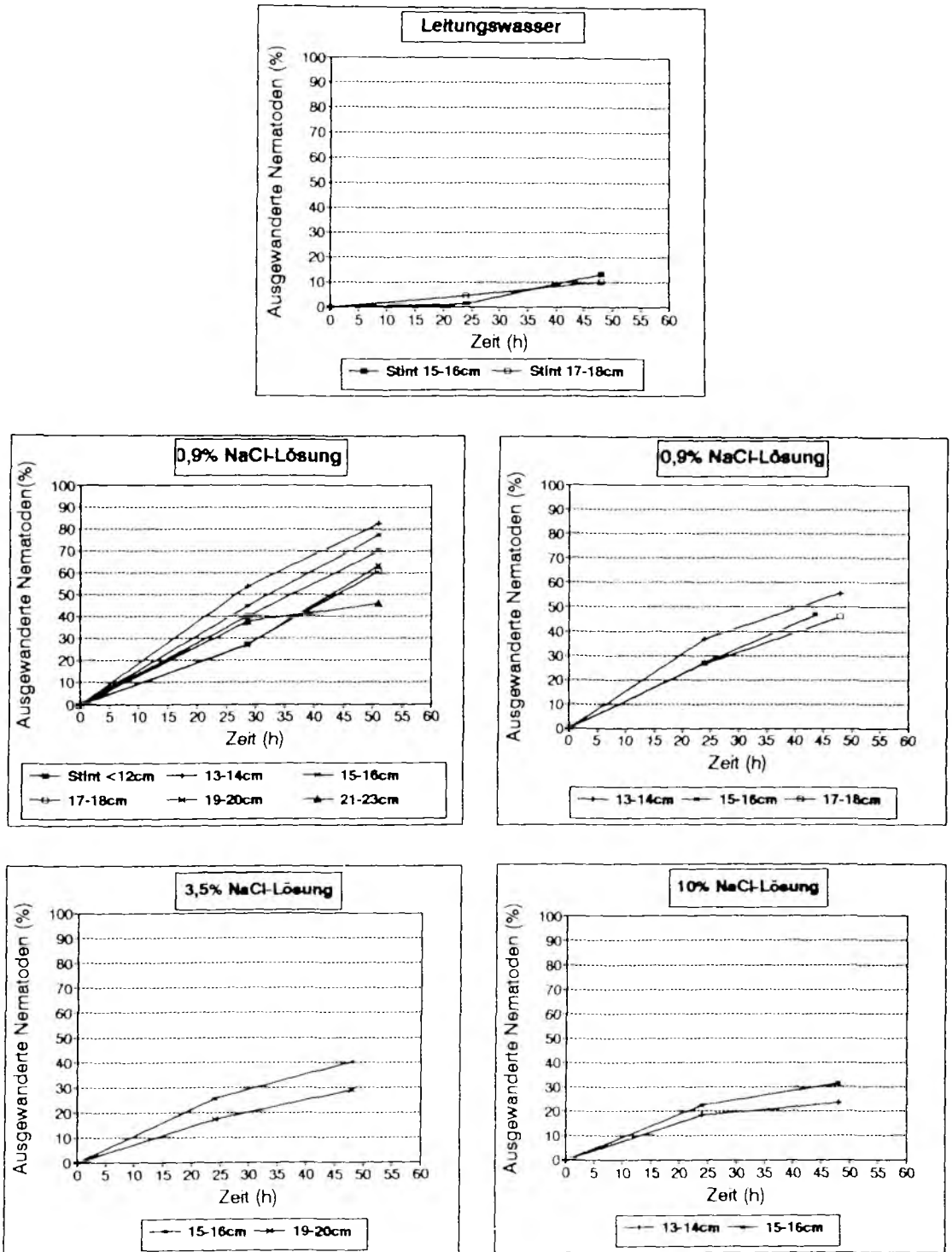


Abb. 68: Auswanderungsverhalten von *Pseudoterranova*-Larven aus Stint in Abhängigkeit von der Fisch-Größenklasse und der Konzentration des Salzwassers.

8.4 Resistenz von Nematoden gegenüber verschieden konzentrierten Kochsalzlösungen

Je 30 Nematodenlarven der Arten *Anisakis simplex* aus Heringen und *Pseudoterranova decipiens* aus Stinten wurden in 25-ml-Rollrandgläsern mit verschieden konzentrierten Kochsalzlösungen (Aqua dest., 0,9%; 3,5%; 5%; 7%; 9%; 11%) bei Raumtemperatur über mehrere Tage auf ihre Überlebensfähigkeit getestet. Als Überlebenskriterium galt die Eigenbeweglichkeit mit und ohne mechanische Reizung nach Erwärmen unter der Binokularlampe. Die als tot klassifizierten Nematoden aus hohen Salzkonzentrationen (7-11%) wurden wieder in physiologische Kochsalzlösung rückgeführt und über mehrere Tage kontrolliert. Die Kochsalzlösung wurde täglich gewechselt.

Salzgehalte bis 6% wurden generell über mehrere Tage gut ertragen (Abb. 69; Tab. 51). Bei den hohen Salzgehalten (7-11%) zeigte sich ein zunehmend negativer Einfluß in Form von Wasserentzug auf die Nematoden. *Anisakis*-Larven waren bei 11% Salzgehalt nach 2 Tagen etwa auf die Hälfte der Länge geschrumpft und nahmen eine bumerang- oder kommaförmige Gestalt an. Sie zeigten auch bei mechanischer Reizung keinerlei Regungen mehr und erschienen als tot (Abb. 69). Bei Rückführung in 0,9%ige NaCl-Lösung bzw. Pepsinlösung zeigte sich ein hoher Grad an Reversibilität. Nach 24 Stunden Dauer in physiologischer Kochsalzlösung hatten über 70% der in 11%iger Kochsalzlösung als tot

Tab. 51: Überlebensfähigkeit von *Pseudoterranova*-Larven in unterschiedlichen Salzkonzentrationen (n = Anzahl untersuchter Nematoden)

Anzahl Nematoden zu Versuchsbeginn								
n:	30	30	30	30	31	30	26	30
Salzkonz.	Aqua dest.	Leitungswasser	0,9%	3,5%	5,0%	7,0%	9,0%	11,0%
nach 40,3 h								
Lebend	29	30	30	28	29	22 #	0	0
Moribund	0	0	0	0	0	0	0	5
Tot	1	0	0	2	2	8	26	25
nach 65,5 h								
Lebend	29'	30''	28'''	28#	27#	18	0	0
Moribund	0	0	0	0	0	0	0	0
Tot	1	0	2	2	4	12	26*	30
nach 90,5 h								
Lebend	28	28	25**	22#	19#	1	(0)	(1)**
Moribund	1	0	3	6	7	2	(0)	(0)
Tot	1	2	2	2	4	27	(26)**	(29)**
nach 167,5 h								
Lebend	22	16	19	17	4	0	(5)**	(4)**
Moribund	0	3	0	0	0	0	(0)	(0)
Tot	8	11	11	13	26	30	(20)**	(26)**

' träge; eingerollt; '' träge; ''' aktiv; # eingerollt;

* nach Kontrolle in 0,9% NaCl-Lösung überführt;

()** Überlebensfähigkeit nach Rückführung in 0,9% NaCl-Lösung.

Tab. 52: Überlebensfähigkeit von *Anisakis*-Larven in unterschiedlichen Salzkonzentrationen
(n = Anzahl untersuchter Nematoden).

Anzahl Nematoden zu Versuchsbeginn								
n:	22	22	22	22	21	22	23	22
Salzkonz.	Aqua dest.	Leitungs- wasser	0,9%	3,5%	5,0%	7,0%	9,0%	11,0%
nach 24,0 h								
Lebend	22	22	22	22	20	21	21	19
Moribund	0	0	0	0	1	1	0	3
Tot	0	0	0	0	0	0	2	0
nach 48,5 h								
Lebend	22	22	22	22	20	18	16	8
Moribund	0	0	0	0	1	2	1	6
Tot	0	0	0	0	0	2	6	8
nach 68,0 h								
Lebend	22	22	22	22	19	15	8	0
Moribund	0	0	0	0	1	3	4	0
Tot	0	0	0	0	0	4	11	22*
nach 96,0 h								
Lebend	21	21	22	22	19	11*	4*	(0)**
Moribund	0	1	0	0	0	0	0	(3)**
Tot	1	0	0	0	1	11*	19*	(19)**
nach 122,0 h								
Lebend	20	20	22	22	18	(21)**	(21)**	(0)**
Moribund	0	2	0	0	0	(1)**	(0)**	(3)**
Tot	1	0	0	0	1	(0)**	(2)**	(19)**
nach 150,0 h								
Lebend	22	22	22	22	17	(21)**	(10)**	(12)**
Moribund	0	0	0	0	2	(0)**	(9)**	(9)**
Tot	0	0	0	0	1	(1)**	(3)**	(1)**
nach 240,0 h								
Lebend	-	-	-	-	-	(16)**	(5)**	(10)**
Moribund	-	-	-	-	-	(5)**	(5)**	(7)**
Tot	-	-	-	-	-	(0)**	(12)**	(5)**

* nach Kontrolle in 0,9% NaCl-Lösung überführt

()** Überlebensfähigkeit nach Rückführung in 0,9% NaCl-Lösung

klassifizierten Nematoden wieder Wasser aufgenommen, waren etwa auf die Ursprungsgröße "gewachsen" und zeigten Aktivität. Um die Infektionsfähigkeit gegenüber Bedingungen im Magen von Warmblütern zu testen, wurden die "wiederbelebten" Nematoden teilweise in Pepsinlösung gegeben. Wie aus Abb. 69 hervorgeht, sank hierbei die Überlebensrate in den folgenden Tagen jedoch deutlich ab.

Larven von *P. decipiens* zeigten im Vergleich zu *Anisakis* gegenüber hohen Salzkonzentrationen eine geringere Resistenz. Nach Rückführung von 9%iger in 0,9%ige NaCl-Lösung erwiesen sich 19% der in 9%iger Kochsalzlösung als tot klassifizierten Nematodenlarven wieder als lebendig; in 11%iger Kochsalzlösung lag der entsprechende Wert bei 15% (Tab. 52, Abb. 69).

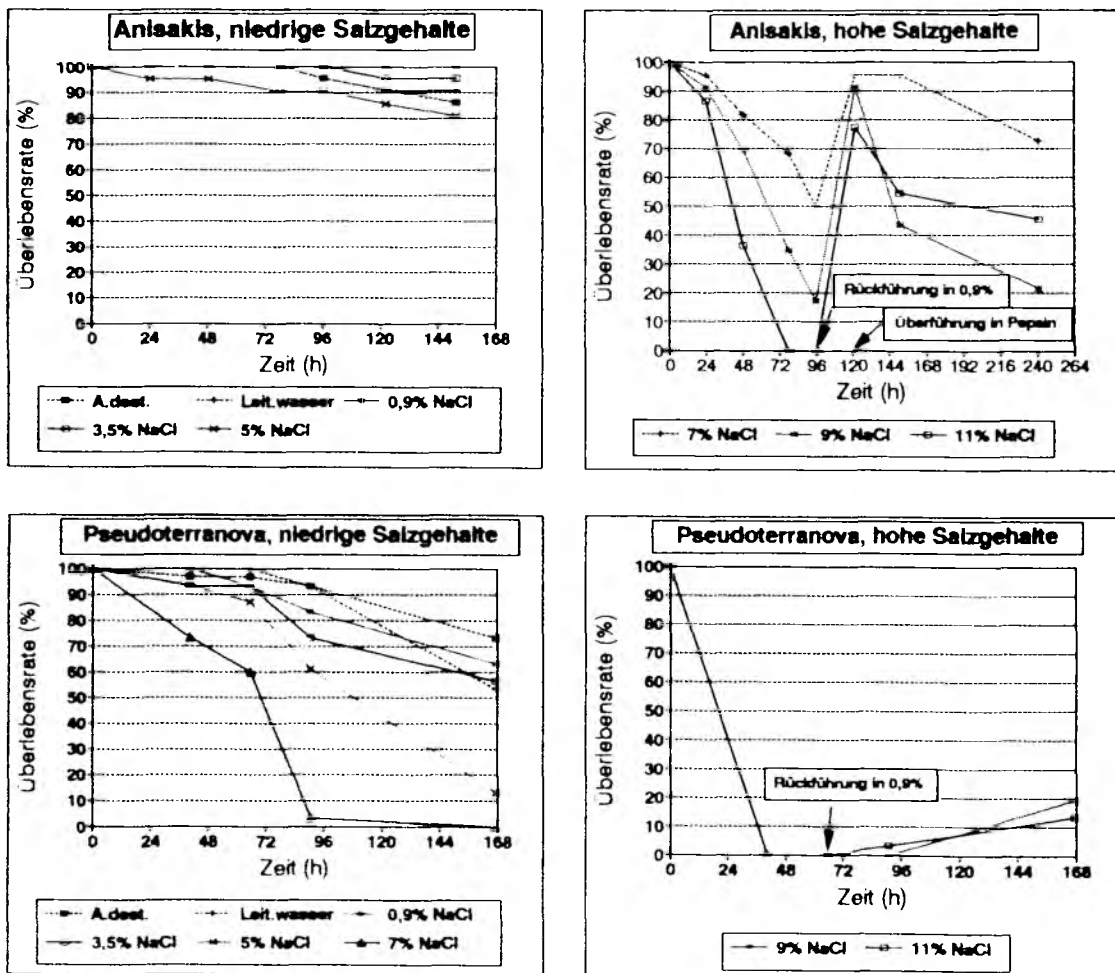


Abb. 69: Überlebensrate von *Anisakis*-Larven aus Seelachs und *Pseudoterranova*-Larven aus Stint in verschiedenen Kochsalzlösungen. Nach 96 h wurden die Larven aus hochkonzentrierten Kochsalzlösungen wieder in 0,9%ige Kochsalzlösung rückgeführt, nach ca. 120 h in Pepsinlösung. Moribunde Nematoden wurden als tot gewertet (vgl. Tab. 51, 52).

Von Relevanz ist dieses Phänomen für die Herstellung von gesalzenen Fischprodukten. Bereits GRABDA (1983) beobachtete, daß totgegläubte Nematoden aus gesalzenen Heringen (bis 12% NaCl) nach 3 Wochen teilweise erst nach 3 Tagen Beobachtung in einem Nährmedium wieder aktiv werden. Ein Teil der Larven konnte *in vitro* bis zum Adultstadium kultiviert werden. Dies belegt die humanpathogene Bedeutung derart vorbehandelter Nematoden. Nach 4 Wochen sind nach GRABDA alle Nematoden abgetötet. Die unlängst neu erlassene deutsche Fischverordnung schreibt Mindestlagerdauern von 21 Tagen bei 20% bzw. 28 Tage bei 15% Kochsalzgehalt im Fischwasser vor (MARR 1988). Bei Mitverwendung von Zuckern werden 35 Tage bei 12% Kochsalzgehalt als notwendig erachtet. Ein Test auf Lebensfähigkeit der Nematoden sollte nach vorliegenden Untersuchungen sowie nach GRABDA (1983) stets eine mindestens 4-tägige Kontrolle in einer physiologischen Lösung beinhalten.

9 Literatur

Abkürzungen bedeuten: Chin. = Chinesisch, en. = Englisch, Fr. = Französisch, Jap. = Japanisch, Ru. = Russisch, Sp. = Spanisch; groß geschrieben = Haupttext, klein geschrieben = Kurzfassung.

ANDERSEN, S.; 1965. L'alimentation du Marsouin (*Phocoena phocoena* L.) en captivité. — Vie Milieu 16A: 799-810.

ANDERSEN, S.; 1972. Marsvin. - In: Danmarks Dyreverden, Bd. 10, Kopenhagen, S. 139-186.

ANONYMOUS, 1989. Bericht zum Stand der Erkenntnis über das Seehundssterben in der Nordsee und eine Darstellung ihrer Konsequenzen. - Bericht der Landesregierung, Schleswig-Holsteinischer Landtag, Drucksache 12/248, 56 pp.

APSTEIN, C.; 1911. Parasiten von *Calanus finmarchicus*. - Wiss. Meeresunters. Neue Folge, Abt. Kiel 13(4): 205-225.

ASAISHI, K.; NISHINO, C.; HAYASAKA, H.; 1989. Geographical distribution and epidemiology. - In: Ishikura, H.; Namiki, M. (eds.): Gastric anisakiasis in Japan. Springer Verlag, Tokyo: 31-36.

ASPHOLM, P.; 1991. Pers. Mittl.; Institute of Biology, University of Oslo, PO Box 1064, Blindern, 0316 Oslo 3, Norway.

BAIRD, W.; 1853. Catalogue of the species of Entozoa, or intestinal worms, contained in the collection of the British Museum. - London, 132 pp.

BANNING, P. van; 1967. Nematodes in plankton samples from the North Sea. - Int. Counc. Explor. Sea, C.M. 1967/H:20.

BANNING, P. van; 1971. Some notes on a successful rearing of the herring-worm, *Anisakis marina* L. (Nematoda: Heterocheilidae). - J. Cons. int. Explor. Mer 34: 84-88.

BANNING, P. van; BECKER, H.B.; 1978. Long-term survey data (1965-1972) on the occurrence of *Anisakis* larvae (Nematoda: Ascaridida) in herring, *Clupea harengus* L., from the North Sea. - J. Fish Biol. 12: 25-33.

BARTSCH, A.; 1985. Vergleichende Untersuchungen zum Parasitenbefall von *Pleurogramma antarcticum* und *Trematomus scotti* (Pisces: Nototheniidae) aus der östlichen und südlichen Weddel-See (Antarktis). Diplomarbeit, Abt. Biol., Universität Bochum, 94 pp.

BAYLIS, H.A.; 1916. On *Crassicauda crassicauda* (Crepl.) (Nematoda) and its hosts. - Ann. Mag. nat. Hist. 8: 144-148.

BAYLIS, H.A.; 1920. Observations on the genus *Crassicauda*. - Ann. Mag. nat. Hist. 9: 410-419.

BAYLIS, H.A.; 1929. Parasitic nematoda and acanthocephala collected in 1925-1927. - Discovery Rep. 1: 541-560.

BAYLIS, H.A.; 1932. A list of worms parasitic in Cetacea. - Discovery Rep. 6: 393-418.

BAYLIS, H.A.; 1937. On the ascarids parasitic in seals, with special reference to the genus *Contracaecum*. - Parasitology 29: 121-130.

- BAYLIS, H.A.; 1939. Further records of parasitic worms from British vertebrates. - *Ann. Mag. nat. Hist.* 23: 473-498.
- BAYLIS, H.A.; DAUBNEY, R.; 1923. A further report on parasite nematodes in the collection of the zoological survey of India. - *Rec. Ind. Mus. Calcutta* 25: 551-578.
- BEHREND, G.; 1981. Untersuchungen von Magen-Darm-Inhalten als Beitrag zur Nahrungsökologie des Seehundes (*Phoca vitulina*). - Diplomarbeit, Universität Kiel, 72 pp.
- BEHREND, G.; 1985. Zur Nahrungswahl von Seehunden (*Phoca vitulina* L.) im Wattenmeer Schleswig-Holsteins. - *Z. Jagdwiss.* 31: 3-14.
- BENEDEN, P.J. van; 1870. Les cetaces leurs commenceux et leurs parasites. - *Bull. Acad. r. Belg. Cl. Sci.* 29: 347-368.
- BENKE, H.; 1991. Pers. Mittl.; Forschungs- und Technologiezentrum, Werftstr. 10, 2240 Büsum (FRG).
- BERLAND, B.; 1961a. Nematodes from some Norwegian marine fishes. - *Sarsia* 2: 1-50.
- BERLAND, B.; 1961b. Use of glacial acetic acid for killing parasitic nematodes for collection purposes. - *Nature, Lond.* 191: 1320-1321.
- BERLAND, B.; 1963. *Phocascaris cystophorae* sp. nov. (Nematoda) from the hooded seal, with an emendation of the genus. - *Arb. Univ. Bergen mat.-naturv.* 17: 1-21.
- BERLAND, B.; 1981. An anisakid nematode larva with aberrant appendix. - *Sarsia* 66: 317-318.
- BERLAND, B.; 1989. Identification of larval nematodes from fish. - In: Möller, H. (ed.): *Nematode problems in North Atlantic fish*. Int. Counc. Explor. Sea C.M./F:6: 16-22.
- BEUMER, J.P.; ASBURNER, L.D.; BURBURY, M.E.; JETTE, E.; LATHAM, D.J.; 1983. A checklist of the parasites of fishes from Australia and its adjacent Antarctic territories. - *Techn. Commn No. 48, Commonwealth Inst. Parasit.*, 99 pp.
- BEVERLEY-BURTON, M.; 1978a. Helminths of the alimentary tract from a stranded herd of the Atlantic white-sided dolphin, *Lagenorhynchus acutus*. - *J. Fish. Res. Bd. Can.* 35: 1356-1359.
- BEVERLEY-BURTON, M.; 1978b. Population genetics of *Anisakis simplex* (Nematoda: Ascaridoidea) in Atlantic salmon (*Salmo salar*) and their use as biological indicators of host stocks. - *Env. Biol. Fish.* 3: 369-377.
- BIER, J.W.; 1976. Experimental anisakiasis: Cultivation and temperature tolerance determinations. - *J. Milk Food Techn.* 39: 132-137.
- BIER, J.W.; DEARDORFF, T.L.; JACKSON, G.J.; RAYBOURNE, R.B.; 1987. Human anisakiasis. - *Baill. Clin. Trop. Med. Comm. Dis.* 2: 723-733.
- BIER, J.W.; JACKSON, G.J.; EARL, F.L.; KNOLLENBERG, W.G.; 1976. Experimental anisakiasis in pigs: Gross and microscopic pathology with larval *Anisakis* sp. and *Phocanema* sp. nematodes from fishes. - *Trans. Am. microsc. Soc.* 95: 264-265.
- BIJKERK, H.; 1969. Haringwormziekte (anisakiasis). - *Ned. T. Geneesk.* 113: 881.
- BJÖRGE, A.; 1979. An isopod as intermediate host of cod-worm. - *Fisk Dir. Skr. Ser. Hav. Unders.* 16: 561-565.

- BJÖRGE, A.; 1984. Parasitic nematodes in stomachs of grey seals *Halichoerus grypus*, and common seals, *Phoca vitulina*, along the Norwegian coast. - Int. Coun. explor. Sea C.M./N:3: 8 pp.
- BJÖRGE, A.; 1985. The relationship between seal abundance and cod worm (*Phocanema decipiens*) infestation in cod in Norwegian coastal waters. - Int. Coun. Explor. Sea C.M./N:4 : 7 pp.
- BONNER, W.N.; 1979. Harbour (common) seals. - In: Mammals in the seas. FAO Fisheries Series, Rome, Bd. 2(5): 58-62.
- BOURGEOIS, C.E.; NI, I.H.; 1984. Metazoan parasites of Northwest Atlantic redfishes (*Sebastes* spp.). - Can. J. Zool. 62: 1879-1885.
- BOYLE, M.; 1966. Trematode and nematode parasites of *Pleurobrachia pileus* O.F. Müller in New Zealand waters. - Tr. Roy. Soc. New Zeal. (Zool.) 8: 51-62.
- BRATTEY, J.; 1989. The life cycle of sealworm, *Pseudoterranova decipiens*, in the North Atlantic. - In: Möller, H. (ed.): Nematode problems in North Atlantic fish. - Int. Coun. Explor. Sea C.M./F:6: 9-14.
- BRATTEY, J.; 1990. Effect of temperature on egg hatching in three ascaridoid nematode species from seals. - Can. Bull. Fish. Aquat. Sci. 222: 27-39.
- BRATTEY, J.; CAMPBELL, A.; 1986. A survey of parasites of the American lobster, *Homarus americanus* (Crustacea: Decapoda), from the Canadian Maritimes. - Can. J. Zool. 64: 1998-2003.
- BRATTEY, J.; STOBO, W.T. (rapps.); BJÖRGE, A.; BURT, M.D.B.; CLERS, S. des; FANNING, L.P.; HAUKSSON, E.; JARECKA, L.; LANDRY, T.; MANSFIELD, A.; McCLELLAND, G.; MOHN, R.; MÖLLER, H.; MYERS, R.A.; NI, I.H.; PALSSON, J.; SMITH, J.W.; THOMPSON, D.; WOOTTEN R.; 1990. Group report 2: Infection of definitive hosts. - Can. Bull. Fish. Aquat. Sci. 222: 139-145.
- BREE, P.J.H. van; COLLET, A.; DESPORTES, G.; HUSSENOT, E.; RAGA, J.A.; 1986. Le dauphin de Fraser, *Lagenodelphis hosei* (Cetacea, Odontoceti), espèce nouvelle pour la faune d'Europe. - Mammalia 50: 57-86.
- BREUER, E.M.; ERNST, R.H.; HOFMEISTER, R.J.; HÖRCHNER, F.; HENTSCHKE, J.; MÖLLE, G.; LUDWIG, H.; 1988a. Pathologische, parasitologische und virologische Untersuchungsergebnisse zum Seehundsterben in der Nordsee. - Z. angew. Zool. 75: 237-243.
- BREUER, E.M.; HOFMEISTER, R.J.; ERNST, R.H.; HÖRCHNER, F.; 1988b. Pathologic-anatomic, histologic and parasitologic findings in harbour seals. Investigations on deaths of harbor seals in the Wadden Sea in 1988. - Z. angew. Zool. 75: 139-145.
- BREUER, E.M.; KREBS, B.H.; HOFMEISTER, R.J.; (1989). Metastasizing adenocarcinoma of the stomach in a harbour porpoise, *Phocoena phocoena*. — Dis. Aquat. Org. 7: 159-163.
- BROEK, E. van den; WENSVOORT, P.; 1959. On parasites of seals of Dutch coastal waters and their pathogenity. - Säug. Mitt. 7: 58-62.
- BROEK, E. van den; 1963. Mededelingen betreffende parasitologisch onderzoek bij de gewone zeehond, *Phoca vitulina* L.. - Lutra 5: 22-29.
- CABALLERO, Y.; EDUARDO, C.; PEREGRINA, D.I.; 1938. Nematodo de los mamiferos de México. - An. Inst. Biol. Univ. Nac. México 9: 289-306.

- CAMPANA-ROUGET, Y.; BIOCCA, E.; 1955. Une nouvelle espèce d'*Anisakis* chez un phoque méditerranéen. - *Annls Parasit. hum. comp.* 30: 477-480.
- CANNON, L.R.; 1977. Some aspects of the biology of *Peponocephala electra* (Cetacea: Delphinidae). 2. Parasites. - *Aust. J. mar. Freshw. Res.* 28: 717-722.
- CARVAJAL, J.; CATTAN, P.E.; CASTILLO, C.; SCHATTE, P.; 1979. Larval anisakids and other helminths in the hake, *Merluccius gayi* (Guichenot) from Chile. - *J. Fish Biol.* 15: 671-677.
- CHAPIN, E.A.; 1925. Descriptions of new internal parasites. - *Proc. U.S. Nat. Mus., Washington* 68 (Art.2): 1-4
- CLAUSEN, B.; ANDERSEN, S.; 1988. Evaluation of bycatch and health status of the harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) in Danish waters. — *Dan. Rev. Game Biol.* 13 (5): 1-20.
- CLAUSSEN, D.; 1990. Untersuchungen über das Vorkommen von Nematoden beim ostatlantischen Seehund (*Phoca vitulina vitulina* Linné 1758) im niedersächsischen Wattenmeer. - Dissertation, Veterinärmed. Universität Hannover, 108 pp.
- CLERS, S.A. des; 1988. The population dynamics of the sealworm *Pseudoterranova decipiens*. - *Rep. Dep. Agr. Fish. Scot. Mar. Lab.* AB9 8DB: 64 pp.
- CLERS, S.A. des; 1989a. Modelling regional differences in sealworm, *Pseudoterranova decipiens* (Nematoda, Ascaridoidea), infections in some North Atlantic cod, *Gadus morhua*, stocks. - *J. Fish Biol.* 35: 187-192.
- CLERS, S.A. des; 1989b. Modelling regional differences in *Pseudoterranova decipiens* infections in some North Atlantic cod stocks. - In: Möller, H. (ed.): *Nematode problems in North Atlantic fish*. Int. Counc. Explor. Sea C.M./F:6 : 32-36.
- CLERS, S.A. des; 1990. Modelling the life cycle of the sealworm (*Pseudoterranova decipiens*) in Scottish waters. - *Can. Bull. Fish. Aquat. Sci.* 222: 273-288.
- CLERS, S.A. des; WOOTTEN, R.; 1990. Modelling the population dynamics of the sealworm *Pseudoterranova decipiens*. - *Neth. J. Sea Res.* 25: 291-299.
- COBB, N.A.; 1888. Beiträge zur Anatomie und Ontogenie der Nematoden. - *Jena Z. Natur.* 23: 41-76.
- COCKRILL, W.R.; 1960. Pathology of the cetacea. A veterinary study on whales - Part I. - *Brit. Vet. J.* 116: 133-144.
- CORKERN, C.; 1970. Investigations on helminths from the hepato-pancreas of the brown shrimp, *Penaeus aztecus* Ives, from Galveston Bay, Texas. Masters thesis. Texas A & M University.
- COWAN, D.F.; 1967. Helminth parasites of the pilot whale *Globicephala melaena* (Traill 1809). - *J. Parasit.* 53: 166-167.
- DAILEY, M.D.; 1975a. Investigations on the viability of larval helminths after freezing. - *Aquat. Mamm.* 3: 22-25.
- DAILEY, M.D.; 1975b. The distribution and intraspecific variation of helminth parasites in pinnipeds. *Rapp. P.-v. Reun. Cons. int. Explor. Mer* 169: 338-352.
- DAILEY, M.D.; BROWNELL, R.L.; 1972. A checklist of marine mammal parasites. - In: Ridgway, S.H.(ed.): "Mammals of the sea." Springfield, Charles T. Thomas: 528-573.

- DAVEY, J.T.; 1969. The early development of *Contracaecum osculatum*. - J. Helminth. 43: 293-298.
- DAVEY, J.T.; 1971. A revision of the genus *Anisakis* Dujardin, 1845 (Nematoda: Ascaridata). - J. Helminth. 45: 51-72.
- DAVEY, K.G.; 1965. Moulting in a parasitic nematode, *Phocanema decipiens*, I. Cytological events. - Can. J. Zool. 43: 997-1003.
- DAVEY, K.G.; 1969. Moulting in a parasitic nematode, *Phocanema decipiens*. V. Timing of feeding during the moulting cycle. - J. Fish. Res. Bd. Can. 26: 935-939.
- DEARDORFF, T.L.; 1986. Helminths and human health: An update on larval ascaridoid nematodes in seafood products. - Proc. 11th ann. trop. subtrop. Fish. Conf. Am. 11: 285-291.
- DEARDORFF, T.L.; 1988. Anisakiasis: Taking prevention to extremes. - Int. Ass. Aquat. Animal Med. Poc. 19: 144-146.
- DEARDORFF, T.L.; OVERSTREET, R.M.; 1978. *Thynnascaris rhacodes* sp.n. (Nematoda: Ascaridoidea) in fishes from the Israeli Mediterranean coast. - Ann. Parasitol. Hum. Comp. 53: 519-525.
- DEARDORFF, T.L.; OVERSTREET, R.M.; 1980. Review of *Hysterothylacium* and *Iheringascaris* (both previously = *Thynnascaris*) (Nematoda: Anisakidae) from the northern Gulf of Mexico. - Proc. biol. Soc. Wash. 93: 1035-1079.
- DEARDORFF, T.L.; RAYBOURNE, R.B.; DESOWITZ, R.S.; 1984. Behavior and viability of third-stage larvae of *Terranova* sp. (type HA) and *Anisakis simplex* (type I) under coolant conditions. - J. Food Prot. 47: 49-52.
- DELYAMURE, S.L.; 1955. [Helminth fauna of marine mammals (ecology and phylogeny).] (Ru.). - Izd. Akad. Nauk S.S.S.R., Moskva, 417 pp.
- DELYAMURE, S.L.; 1961. [About the necessity of exploring under all points of view and under the systematic point of view the industrial marine mammal parasites.] (Ru.). - Tr. Soveshch. Kom. Akad. Nauk S.S.S.R. 21: 222-232.
- DELYAMURE, S.L.; POPOV, V.N.; 1975. [A study on the helminth fauna of the bearded seal, inhabiting the Sajalinsk Bay]. (Rus.). - Nauchn. Dokl. Vyssh. Shk. Biol. Nauki 10: 7-10.
- DELYAMURE, S.L.; POPOV, V.N.; MIKHALEV, E.S.; 1982. [The helminth fauna of *Phoca sibirica*.] (Ru.). - In: Pashukov, V.D. (ed.), Morfo-fiziologicheskie issledvaniya Baikal'skoi nerpy, Novosibirsk, pp. 99-122.
- DELYAMURE, S.L.; POPOV, V.N.; TRASHCHENKOV, A.N.; 1980. Study of the helminth fauna of the seals of the Baltic Sea and Lake Lagoda. - Nauchn. Dokl. Vyssh. Shk. Biol. Nauki 7 (Can. Transl. Fish. Aquat. Sci. 1985: 7 pp.).
- DELYAMURE, S.L.; POPOV, V.N.; YURAKHNO, M.V.; TRESHCHEV, V.V.; 1976a. Helminth fauna of the bearded seal (*Erignathus barbatus*) in various districts of its distribution area.] (Ru.). - Kratkie tezisy dokl. II Vsesoyuznogo simpoziuma po parazitam i bolezniam morskikh zhivonykh, pp. 24-25.
- DELYAMURE, S.L.; TRESHCHEV, V.V.; 1966. [On the helminthofauna of *Cystophora cristata* Erxleben dwelling in the Greenland Sea.] (Ru., en.) - Zool. Zh. 45: 1867-1871.

- DELYAMURE, S.L.; YURAKHNO, M.V.; POPOV, V.N.; 1976b. [The helminth fauna of Bering Sea pinnipeds from the Karagin Gulf.] (Ru.). - Parazitologiya (Lening.) 10: 325-332.
- DESLONGCHAMPS, E.E.; 1824. Filocapsularia. - Encycl. Methodique, Paris 2: 398-400.
- DIESING, K.M.; 1851. Systema Helminthum, II. - Berlin, vi + 588 pp.
- DIESING, K.M.; 1860. Revision der Nematoden. - Sber. Akad. Wiss. Wien 42: 595-736.
- DOLGIKH, A.; 1966. [Black Sea molluscs in the life cycle of *Contracaecum aduncum*.] (Ru.) - Zool. Zh. 45: 454-455.
- DOLLFUS, R.P.; 1953. Aperçu général sur l'histoire naturelle des parasites animaux de la morue Atlanto-Arctique *Gadus callarias* L. (= *morhua* L.) et leur distribution géographique. - Encycl. biol., 423 pp.
- DOLLFUS, R.P.; 1966. Helminthofaune de *Kogia breviceps* (Blainville 1838) cétacé odontocète récoltes du Dr. R. Duguy. - Ann. Soc. Sci. Nat. Char.-Marit. 4(5): 3-6.
- DRESCHER, H.E.; 1979. Biologie, Ökologie und Schutz der Seehunde im schleswig-holsteinischen Wattenmeer. - Landesjagdverband. Meldorf.
- ELIAN, L.; 1960. Observations systématiques et biologiques sur les chaetognathes qui se trouvent dans les eaux roumaines de la Mer Noire. - Reun. Comm. Inst. Mer. Medit. 15: 359-366.
- ELTINK, A.; 1988. *Anisakis* larvae (Nematoda: Ascaridida) in mackerel, (*Scomber scombrus* L.) in ICES sub-areas IV, VI, VII and VIII in 1970-1971 and 1982-1984. - Int. Coun. Explor. Sea C.M./H:23: 27 pp.
- ETZEL, V.; 1989. Nematodes in fish and fish products in northern Germany, 1987 and 1988. - In: Möller, H. (ed.): Nematode problems in North Atlantic fish. Int. Coun. Explor. Sea C.M./F:6: 47-48.
- FAGERHOLM, H.-P.; 1978. New implications of the nematode infection of Baltic cod liver. 4th Int. Congr. Parasit. Sect. C, Abstract 192.
- FAGERHOLM, H.-P.; 1982a. Parasites of fish in Finland. VI. Nematodes. - Acta Acad. Abo., Ser. B 40(6): 1-128.
- FAGERHOLM, H.-P.; 1982b. *Contracaecum osculatum* (Nematoda: Anisakidae) larvae in cod. An experimental verification of the species identity. - Mol. Biochem. Parasitol. (Suppl.): 611.
- FAGERHOLM, H.-P.; 1987. *Gammarus oceanicus* (Crustacea: Amphipoda) as an intermediate host of *Hysterothylacium auctum* (Nematoda: Ascaridoidea); life cycle and taxonomy of the parasite. - Abo Akad. Inf. 19: 30.
- FAGERHOLM, H.-P.; 1988a. Incubation in rats of a nematodal larva from cod to establish its specific identity: *Contracaecum osculatum*, (Rudolphi). - Parasitol. Res. 75: 57-63.
- FAGERHOLM, H.-P.; 1988b. Patterns of caudal papillae in *Contracaecum osculatum* (Nematoda) and some related species from different regions of the world. - Int. J. Parasit. 18: 1039-1051.
- FEIGEBBAUM, D.L.; 1973. Parasites of the commercial shrimp, *Penaeus vannamei* Boone and *Penaeus brasiliensis* Latreille. - Masters thesis, University of Miami.

- FIEDLER, M.; 1991. Die Bedeutung von Makrozoobenthos und Zooplankton der Unterelbe als Fischnahrung. - Ber. Inst. Meereskd. 204, Universität Kiel, 226 pp.
- FISCH-MAGAZIN, 12/1983. Skandal in Düsseldorf. - 1 p.
- FUJITA, T.; 1939. On the Nematoda-parasites of the Pacific salmon. - J. Fac. Agric., Hokkaido Imp. Univ. 42: 239-266.
- FUJITA, T.; 1940. Further notes on nematodes of salmonoid fishes in Japan. - Jap. J. Zool. 8: 377-394.
- FURNESTIN, M.L.; 1957. Chaetognathes et zooplankton du secteur atlantique marocain. - Recl Trav. Inst. Peches Marit. 21: 1-356.
- GARIN; 1913. cit. in CLAUSSEN 1990.
- GAYEVSKAYA, A.W.; KOVALYOVA, A.A.; 1980. [Die ökologisch-geographischen Besonderheiten der Parasitenfauna des Stöckers im Atlantischen Ozean.] (ru., Übers. A. Taddey) — In: Untersuchungen der biologischen Ressourcen des Atlantischen Ozeans. — Trudy AtlantNIRO, Kaliningrad: 18-24.
- GELLER, P.R.; BABICH, L.A.; 1953. Life cycle of *Contracaecum bidentatum* (Linstow, 1899). - Raboty po gel'mintol., Sbornik k 75 Letiyu K. I. Skryabina. pp. 133-138.
- GERVAIS, H.; 1870. Sur les Entozoaires des Dauphins. - C. r. hebd. Seanc. Acad. Sci., Paris 71: 779-781.
- GHIRARDELLI, E.; 1950. Osservazioni biologiche e sistematiche sui Chetognati della Baia di Villefranche-sur-Mer. - Boll. Pesca Pisc. Idrobiol. 5: 105-127.
- GIBSON, D.I.; HARRIS, E.A.; 1979. The helminth-parasites of cetaceans in the collection of the British museum (Natural History). - Invest. Cetacea 10: 309-324.
- GOETHE, F.; 1983. Wale und Delphine in niedersächsischen Küstengewässern und Flüssen. —Drosera '83(2): 49-68.
- GRABDA, J.; 1976. The occurrence of anisakid nematode larvae in Baltic cod (*Gadus morhua callarias* L.) and the dynamics of their invasion. - Acta Ichthyol. Piscat. 6: 3-22.
- GRABDA, J.; 1983. Studies on viability and infectivity of *Anisakis simplex* stage III larvae in fresh salted and spiced baltic herring. - Acta Ichthyol. Piscat. 13: 117-129.
- GRINER, L.A.; 1974. Some diseases of zoo animals. - In: Brandly, C.A. & Cornelius, C.E. (eds.): "Advances in veterinary science and comparative medicine" 18: 251-271. Acad. Press, New York and London.
- GUBERLET; 1948. cit. in PILLERI (1983b).
- GUSTAFSON, P.V.; 1953. The effect of freezing on encysted *Anisakis* larvae. - J. Parasit. 39: 585-588.
- HAAFTEN, J.L. van; 1962. Diseases of seals in the Dutch coastal waters. - Nord. Vet.-Med. 14: 138-140.
- HAAFTEN, J.L. van; 1981. The life-history of the harbour seal in the Wadden Sea. —Publ. by: Stichting veth tot steun aan Waddenonderzoek, Leiden pp. 15-19.

- HAGMANN, T.; 1976. Untersuchungen zum Nahrungsspektrum des europäischen Seehundes (*Phoca vitulina* Linné 1758). - Diss., Vet. med. Fak., Universität München, 84 pp.
- HARTWICH, G.; 1957. Zur Systematik der Nematoden-Superfamilie Ascaridoidea. - Zool. Jb., Syst. 85: 211-252.
- HARTWICH, G.; 1964. Revision der vogelparasitischen Nematoden Mitteleuropas. II. Die Gattung *Contracaecum* Railliet & Henry, 1912 (Ascaridoidea). - Mitt. Zool. Mus. Berlin 40: 15-53.
- HARTWICH, G.; 1974. CIH keys to the nematode parasites of vertebrates. - In: Anderson R.C., Chabaud A.G., Willmott S. (eds.): Keys to genera of the Ascaridoidea, No. 2. London Commonwealth Agricultural Bureaux.
- HARTWICH, G.; 1975. Parasitische Rundwürmer von Wirbeltieren. I. Rhabditida und Ascaridida. - In: Sengbusch, K.; Hannemann, H.J.; Schumann, H. (eds.): Die Tierwelt Deutschlands, 62. Teil. Jena, VEB Gustav Fischer: 1-256
- HASHIGUCHI, Y.; TAKEI, T.; 1975. [Effects of various temperatures on the infectivity of *Anisakis* larvae to albino rat.] (Jap., en.). - Jap. J. Parasit. 24: 34-40.
- HAUCK, A.K.; 1977. Occurrence and survival of the larval nematode *Anisakis* sp. in the flesh of fresh, frozen, brined, and smoked Pacific herring, *Clupea harengus pallasii*. - J. Parasit. 63: 515-519.
- HAVINGA, B.; 1933. Der Seehund (*Phoca vitulina*) in den holländischen Gewässern. - Tijdschr. Ned. Dierkd. Vereen. 3(3): 79-111.
- HEIDEMANN, G.; SCHWARZ, J.; 1990. Das Seehundsterben im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer 1988/89 - eine erste Bilanz des Geschehens und vorläufige Untersuchungsergebnisse. - In: Lozan, Lenz, Rachor, v. Westernhagen, Watermann (eds.), Warnsignale aus der Nordsee, Paray Verlag, Hamburg 1990.
- HERMAN, C.M.; 1942. The effect of Higueironia on nematodes and nemathelminthic gastric ulcers of California sea lions. - Rev. Med. Trop. Parasit., Bact., Clin. Lab. 8: 45-47.
- HSÜ, H.F.; 1933. A new nematode, *Anisakis alata*, from the walrus. - Peking nat. Hist. Bull. 8: 59-62.
- HSÜ, H.F.; HOEPPLI, R.; 1933. On some parasitic nematodes collected in Amoy. - Peking nat. Hist. Bull. 8: 155-168.
- HURST, R.J.; 1984a. Identification and description of larval *Anisakis simplex* and *Pseudoterranova decipiens* (Anisakidae: Nematoda) from New Zealand waters. - N. Zeal. J. mar. Freshwat. Res. 18: 177-186.
- HURST, R.J.; 1984b. Marine invertebrate hosts of New Zealand Anisakidae (Nematoda). - N. Zeal. J. mar. Freshwat. Res. 18: 187-196.
- HUTTON, R.F.; 1964. A second list of parasites from marine and coastal animals of Florida. - Tr. Am. Micr. Soc. 83: 439-447.
- HUTTON, R.F.; BALL, T.; ELDRED, B.; 1962. Immature nematodes of the genus *Contracaecum* Railliet and Henry, 1912, from shrimps. - J. Parasit. 48: 327-332.
- HUTTON, R.F.; SOGANDARES-BERNAL, F.; ELDRED, B.; INGLE, R.M.; WOODBURN, K.D.; 1959. Investigations on the parasites and diseases of saltwater shrimps (Penaeidae) of sports and commercial importance of Florida. - Fl. St. Bd. Conserv., Tech. Ser. 26, 38 pp.

- ISHII, Y.; FUJINO, T.; WEERASOORIYA, M.V.; 1989. Morphology of anisakine larvae. - In: Ishikura, H.; Namiki, M. (eds.): Gastric anisakiasis in Japan. Tokyo, Springer Verlag: 19-29.
- ISHIKURA, H.; NAMIKI, M. (eds.); 1989. Gastric anisakiasis in Japan: Epidemiology, diagnosis, treatment. - Tokyo, Springer Verlag: 144 pp.
- JACKSON, G.J.; 1975. The "new disease" status of human anisakiasis and North American cases: A review. - J. Milk Food Techn. 38: 769-773.
- JÄGERSKIÖLD, L.A.; 1891. Über den Bau des *Ogmogaster plicatus* (Creplin) (*Monostomum plicatum* Creplin). - Kongl. Svenska Vetenskaps-Akad. Handl. 24: 1-32.
- JARLING, C.; 1980. Beitrag zur Kenntnis der Helminthenfauna des Stintes (*Osmerus eperlanus*) in der Unterelbe. - Diplomarbeit, Universität Hamburg: 108 pp.
- JARLING, C.; 1982. On the helminth fauna of smelt (*Osmerus eperlanus* L.) in the Elbe estuary. - Arch. Hydrobiol. Suppl. 61: 377-395.
- JOHNSTON, T.H.; 1937. Report on the parasitic nematodes of the Australasian Antarctic Expedition. - Scient. Rep. Australas. Antarct. Exped. (Ser. C), 10: 1-31.
- JOHNSTON, T.H.; MAWSON, P.M.; 1939. Internal parasites of the pygmy sperm whale. - Rec. S. Aust. Mus. 6: 263-274.
- JOHNSTON, T.H.; MAWSON, P.M.; 1940. Some nematodes parasitic in Australian freshwater fish. - Trans. Roy. Soc. S. Aust. 64: 340-352.
- JOHNSTON, T.H.; MAWSON, P.M.; 1941. Nematodes from Australian marine mammals. - Rec. S. Aust. Mus. 6: 429-434.
- JOHNSTON, T.H.; MAWSON, P.M.; 1942. Remarks on some parasitic nematodes. - Rec. S. Aust. Mus. 7: 237-243.
- JOHNSTON, T.H.; MAWSON, P.M.; 1943a: Some ascarid nematodes from Australian marine fish. - Trans. Roy. Soc. S. Aust. 67: 20-35.
- JOHNSTON, T.H.; MAWSON, P.M.; 1943b. Endoparasites from the subantarctic islands of New Zealand. - Rec. S. Aust. Mus. 7: 236-243.
- JÜTTE, R.; 1987. Schon im Jahr 1582 gab es eine Wurmkrise. - Fischerblatt 35: 303-307.
- JUNGKLAUS, F.; 1898. Der Magen der Cetaceen. Jena. — Z. Naturwiss. 32: 1-94.
- KAGEI, N.; 1969. [Life-history of nematodes of the genus *Anisakis*.] (Jap.,en.) - Saishin-Igaku 24: 389-400.
- KAGEI, N.; 1970. List of the larvae of *Anisakis* spp. recorded from marine fishes and squids caught off the Japan and its offshore islands. - Bull. Inst. Publ. Health Tokyo 19: 76-85.
- KAGEI, N.; 1974. [Studies on anisakid nematoda (Anisakinae). IV. Survey of *Anisakis* larvae in the marine crustacea.] (Jap., en.). - Bull. Inst. Publ. Health Tokyo 23: 65-71.
- KAGEI, N.; 1979. [Euphausiids and their parasites (I).] (Jap.). - Geiken Tsushin 328: 53-62.

- KAGEI, N.; KUREHA, K.; 1970. [Studies on anisakid nematoda (Anisakinae) I. Survey of *Anisakis* sp. on marine mammals collected in the Antarctic Ocean.] (Jap., en.). - Bull. Inst. Publ. Health Tokyo 19: 193-196.
- KAGEI, N.; OSHIMA, T.; KOBAYASHI, A.; KUMADA, M.; KOMIYA, Y.; 1967a. Morphological differences in the each stages of *Anisakis* from a blue white dolphin. - Jap. J. Parasitol. 16: 290.
- KAGEI, N.; OSHIMA, T.; KOBAYASHI, A.; KUMADA, M.; KOYAMA, T.; KOMIYA, Y.; TAKEMURA, A.; 1967b. [Survey of *Anisakis* spp. (Anisakinae, Nematoda) on marine mammals in the coast of Japan. (Jap., en.).] - Jap. J. Parasitol. 16: 427-435.
- KAGEI, N.; OSHIMA, T.; KOMIYA, Y.; KOBAYASHI, A.; KOYAMA, T.; KUMADA, M.; 1966. [On the genus *Anisakis* from the bluewhite dolphin, *Stenella coeruleoalba* (Meyen, 1933) Kuroda, 1953.] (Jap.). - Jap. J. Parasit. 15: 92-93.
- KAHL, W.; 1936. Über den Befall des Stints mit Larven des Fadenwurmes *Porrocaecum decipiens*. - Fischmarkt 4: 177-181.
- KAHL, W.; 1938a. Nematoden in Seefischen. I. Erhebungen über die durch Larven von *Porrocaecum decipiens* Krabbe in Fischwirten hervorgerufenen geweblichen Veränderungen und Kapselbildungen. - Z. Parasitenkd. 10: 415-431.
- KAHL, W.; 1938b. Nematoden in Seefischen. II. Erhebungen über den Befall von Seefischen mit Larven von *Anacanthocheilus rotundatus* (Rudolphi) und die durch diese Larven hervorgerufenen Reaktionen des Wirtsgewebes. - Z. Parasitenkd. 10: 513-534.
- KAHL, W.; 1939. Nematoden in Seefischen III. Statistische Erhebungen über den Nematodenbefall von Seefischen. - Z. Parasitenkd. 11: 16-41.
- KALYANKAR, S.; 1971. *Thynnascaris carangis* sp. n., a new nematode (Nematoda, Stomachidae, Raphidasaridinae) from an Indian fish *Caranx malabaricus* Day. - Acta Parasitol. Polonica 19: 147-150.
- KALYANKAR, S.; 1972. On some nematodes from India with the description of a new species (Ascaroidea: Stomachidae). - Riv. Parasit. 33: 203-208.
- KARL, H.; 1987. Überlebensfähigkeit von Nematodenlarven (*Anisakis simplex*) bei der Herstellung von Heringsfilets nach Matjesart unter Verwendung frischer Rohware. - Inf. Fischwirtsch. 34: 137-138.
- KARL, H.; 1988a. Vergleich von Nachweismethoden für Nematodenlarven. - Inf. Fischwirtsch. 35: 81-83.
- KARL, H.; 1988b. Der Befall von Seelachsfilets mit Nematodenlarven und deren Abtötung durch Tiefgefrieren. - Inf. Fischwirtsch. 35: 84-87.
- KARL, H.; 1988c. Vorkommen von Nematoden in Konsumfischen. Verfahren zur Feststellung und Abtötung. - Rundsch. Fleischhyg. Lebensmittelüberw. 40: 198-199.
- KARL, H.; 1989. Effects of commercial fish processing on the survival of fish nematodes and migration into flesh. - In: Möller, H. (ed.): Nematode problems in North Atlantic fish. Int. Counc. Explor. Sea C.M./F:6: 24.
- KARL, H.; LEINEMANN, M.; 1989. Überlebensfähigkeit von Nematodenlarven (*Anisakis* sp.) in gefrosteten Heringen. - Arch. Lebensmittelhyg. 40(1-24): 14-16.

- KERSTAN, S.; 1991. Der Befall von Wattenmeerfischen 1988-1990 mit Nematodenlarven. - Diss., math.-nat. Fak., Universität Kiel, 148 pp.
- KEYES, M.C.; 1965. Pathology of the northern fur seal. - J. Am. vet. med. Ass. 147: 1091-1095.
- KEYES, M.C.; 1968. The nutrition of pinnipeds. - In: Harrison et al. (eds.): The behaviour and physiology of pinnipeds, pp. 359-395.
- KHALIL, L.F.; 1961. On a new nematode, *Raphidascaroides bishaii* sp. nov., from a freshwater fish, *Gymnarchus niloticus*, in the Sudan. - J. Helminth. 35: 263-268.
- KHALIL, L.F.; 1969. Larval nematodes in the herring (*Clupea harengus*) from British coastal waters and adjacent territories. - J. mar. biol. Ass. U.K. 49: 641-659.
- KIKUCHI, S.; HAYASHI, S.; 1967. [Observation on anisakiasis in dolphins.] (Jap.). - Jap. J. Parasitol. 16: 291-292.
- KIKUCHI, S.; HAYASHI, S.; NAKAJIMA, M.; 1967. [Studies on anisakiasis in dolphins.] (Jap., en.). - Jap. J. Parasitol. 16: 156-166.
- KIKUCHI, S.; KOSUGI, K.; HIRABAYASHI, H.; HAYASHI, S.; 1969. Experimental studies on the degree of pathogenicity to dog, rabbit and human of the larvae of *Anisakis* type I from mackerels and the larvae of species of *Contracaecum* from a squid. - Jap. J. Parasitol. 18: 354.
- KING, J.; 1964. Seals of the world. - British Museum (Nat. Hist.), London, 240 pp.
- KINNE, O. (ed.); 1984. Diseases of marine animals. IV. 1. Pisces. Biologische Anstalt Helgoland, Hamburg: 1-541.
- KINZE, C.C.; 1985. Intraspecific variation in Baltic and North Sea harbour porpoises (*Phocoena phocoena* L., 1758). - Vidensk. Medd. fra Dansk naturh. Foren. 146: 63-74.
- KINZE, C.C.; 1989. Danish whale strandings and bycatches 1986-88. Int. Counc. Explor. Sea, C.M./N:2: 5 pp.
- KINZE, C.C.; 1990. The distribution of the harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) in Danish Waters 1983-1989. - IWC - SC/12/SM 34.
- KLATT, S.; 1985. Populationsdynamik des parasitischen Nematoden *Phocanema decipiens* im Stint. - Diplomarbeit, Universität Kiel, 53 pp.
- KLEIN, V.L.M.; 1973. Helminthos parasitos das espécies *Scomberomorus cavalla* (Cuvier) e *Scomberomorus maculatus* (Mitchill) do litoral Cearense. *Contracaecum fortaleza* sp. n. (Nematoda: Ascaroidea). - Mem. Inst. Oswaldo Cruz 71: 199-202.
- KLIKS, M.M.; 1983. Anisakiasis in the western United States: Four new case reports from California. - Am. J. trop. Med. Hyg. 32: 526-532.
- KLIKS, M.M.; 1986. Human anisakiasis: An update. - J. Am. med. Ass. 255: 2605.
- KLÖSER, H.; 1985. Parasitologische Untersuchungen an Weddel-Robben (*Leptonychotes weddelli* (Lesson 1826) Allen 1980) und Krabbenfressern (*Lobodon carcinophagus* (Hombron & Jacquinot 1842) Gray 1844) aus der Weddell-See, Antarktis. - Diplomarbeit, Abt. Biol., 94 pp.
- KOCH, L.; 1989. Kegelrobber im Wattenmeer. - Naturschutzgesellschaft Schutzstation Wattenmeer e.V.; Rendsburg.

- KOSUGI, K.; 1972. [Seasonal fluctuations of the infestation with the larvae of *Anisakis* and of related species of nematodes in fishes from the Sagami Bay.]. (Jap.). - Yokohama med. J. 23: 285-316.
- KOYAMA, T.; ARAKI, J.; MACHIDA, M.; KARASAWA, Y.; 1982. Current problems on anisakiasis. - (Modan Media 28: 434-443). Can. Transl. Fish. aquat. Sci. 4924.
- KOYAMA, T.; KOBAYASHI, A.; KUMADA, M.; KOMIYA, Y.; OSHIMA, T.; KAGEI, N.; ISHII, T.; MACHIDA, M.; 1969. [Morphological and taxonomical studies on Anisakidae larvae found in marine fishes and squids.] (Jap., en.). - Jap. J. Parasitol. 18: 466-487.
- KRABBE, H.; 1878. Saelernes og Tandhvalernes Spolorme. - Overs. K. danske Vidensk. Selsk. Forh.: 43-51.
- KREIS, H.A.; 1939. Beiträge zur Kenntnis parasitischer Nematoden. IX. Parasitische Nematoden aus dem naturhistorischen Museum Basel. - Bakt. Parasitenk. Infkrank., 1. Abt. Org. 145: 163-208.
- KREIS, H.A.; 1952. Beiträge zur Kenntnis parasitischer Nematoden. X. Parasitische Nematoden aus der Umgebung der Färöer. - Vidensk. Medd. Dansk naturh. Foren. 114: 251-307.
- KREMER, H.; 1987. Zur Situation der Wale in der Nordsee - unter besonderer Berücksichtigung des Schweinswales, *Phocoena phocoena*. — In: Lozan, Lenz, Rachor, v. Westernhagen, Watermann (eds.): Warnsignale aus der Nordsee, Parey Verlag Hamburg 1990.
- KREMER, H.; KOCH, L.; SCHNEIDER, O.; ADLOFF, B.; FISCHER, W.; 1990. Surprisingly high numbers of sightings of the harbour porpoise, *Phocoena phocoena*, close to the German wadden-island Sylt. - 4th Ann. Conf. Europ. Cetacean Soc., Palma de Mallorca, Spain, 2-4 March 1990.
- KREMER, H.; SCHULZE, G.; 1990. A review of cetaceans in German waters. - Rep. Int. Whal. Commn SC/42/SM26.
- KRUSE, D.N.; 1959. Parasites of the commercial shrimps, *Penaeus aztecus* Ives, *P. duorarum* Burenkroad and *P. setiferus* (Linnaeus). - Tulane Studies Zool. 7: 123-144.
- KULACHKOVA, V.G.; 1970. Helminths of *Sagitta elegans* Verrill of the White Sea. - In: Problems of marine parasitology, Kiev, pp. 54-56.
- KUROCHKIN, Y.V.; 1975. Parasites of the Caspian seal *Pusa caspica*. - Rapp. P.-v. Reun. Cons. perm. int. Explor. Mer. 169: 363-365.
- LAMOTHE-ARGUMEDO, R.; 1970. Investigaciones sobre los parásitos del camarón, en relación con los planes piloto Escuinapa y Yavaros. - In: Informe final de los trabajos contratados en los planes piloto Escuinapa-Yavaros, U. Nac. Aut. Mexico, D.F., pp 372-382.
- LANG, T.; 1988. Infestation of Baltic herring (*Clupea harengus* L.) with *Anisakis* spec. (Nematoda). - Int. Counc. Explor. Sea C.M./J:21 : 10 pp.
- LANG, T.; DAMM, U.; WEBER, W.; NEUDECKER, T.; KÜHLMORGEN-HILLE, G.; 1990. Infestation of herring (*Clupea harengus* L.) with *Anisakis* sp. larvae in the western Baltic. - Arch. FischWiss. 40: 101-117.
- LANG, T.; WEBER, W.; NEUDECKER, T.; KÜHLMORGEN-HILLE, G.; 1989. *Anisakis* sp. in herring of the Baltic Sea. - In: Möller, H. (ed.): Nematode problems in North Atlantic fish. Int. Counc. Explor. Sea C.M./F:6 : 46.
- LAUCKNER, G.; 1985. Diseases of Mammalia: Pinnipedia. - In: Kinne, O. (ed.): Diseases of marine animals, vol. IV, part 2, pp. 683-793.

- LEBOUR, M.; 1917. Some parasites of *Sagitta bipunctata*. - J. Mar. Biol. Ass. United Kingdom, 11: 201-206.
- LEIDY, J.; 1891. Notices of Entozoa. - Proc. Acad. nat. Sci. Philad. 42: 410-418.
- LEIPER, R.T.; ATKINSON, E.L.; 1914. Helminthes of the British Antarctic expedition, 1910-1913. - Proc. zool. Soc. Lond., Pt. 1, 222-226.
- LESTER, R.J.; BARNES, A.; HABIB, G.; 1985. Parasites of skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis*: Fishery implications. - Fish. Bull. 83: 343-356.
- LICHTENFELS, J.; 1974. Larval nematode *Contracaecum* sp. in the hydromedusa, *Polyorchis penicillatus* (Eschscholtz). - Proc. Helminth. Soc. Wash. 41: 115.
- LICK, R.R.; 1989. Stomach nematodes of harbour seal (*Phoca vitulina*) from the German and Danish Wadden Sea. - Int. Counc. Explor. Sea C.M./N:7: 22 pp.
- LICK, R.R.; 1990a. First record of fish intermediate hosts of *Contracaecum* spp. larvae, probably *C. osculatum*, Rudolphi 1802, an anisakine nematode maturing in pinnipeds, in the German Wadden Sea. - Int. Counc. Explor. Sea C.M./N:17: 18 pp.
- LICK, R.R.; 1990b. Stomach nematodes of harbour seal (*Phoca vitulina*) and harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) from the German part of the North Sea and the Baltic Sea. - 4th Ann. Conf. Europ. Cetacean Soc., Palma de Mallorca, Spain, 2-4 March 1990.
- LICK, R.R.; 1991. Parasites from the digestive tract and food analysis of harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) from German waters. - 5th Ann. Conf. Europ. Cetacean Soc., Sandfjord, Norway, 21-23 Febr. 1991.
- LINDROTH, A.; 1962. Baltic salmon fluctuations 2: Porpoise and salmon. — Rep. Inst. Freshwater Res., Drottingholm 44: 105-112.
- LINDLEY, J.A.; 1977. Continuous plankton records: the distribution of the Euphausiacea (Crustacea: Malacostraca) in the North Atlantic and the North Sea, 1966-1967. - J. Biogeography 4: 121-133.
- LINNAEUS, C.; 1758. Systema naturae. - 10. Aufl., Bd. 1, S.77.
- LINNAEUS, C.; 1767. Systema naturae. - 12. Aufl., Bd. 1.
- LINSTOW, O. von; 1880. Helminthologische Untersuchungen. - Arch. Naturgesch. 46: 41-51.
- LINSTOW, O. von; 1888. Report on the Entozoa collected by H.M.S. Challenger during the years 1873-1876. - Zoology 23: 1-19.
- LINSTOW, O. von; 1899. Nematoden aus der Berliner zoologischen Sammlung. - Mitt. a.d. Zool. Versamml. d. Mus. f. Naturk. in Berlin, I, H.2: 3-28.
- LINSTOW, O. von; 1907a. Nematoden aus dem Königlichen Zoologischen Museum zu Berlin. - Mittl. Zool. Mus. Bd. 3: 251-259.
- LINSTOW, O. von; 1907b. *Ascaris lobulata*, Schneider, ein Parasit des Darms von *Platanista gangetica*. - J. Proc. Asiatic Soc. Bengal. 3: 37-38.
- LINTON, E.; 1900. Fish parasites collected at Woods Hole in 1898. - Bull. U.S. Fish Comm. 19: 267-304.

- LUNNERYD, S.G.; 1990. Anisakine nematodes in the harbour seal *Phoca vitulina* from the Kattegat-Skagerrak and the Baltic. - *Ophelia*, in press.
- LYSTER, L.L.; 1940. Parasites of some Canadian sea mammals. - *Can. J. Res. Sect. D* 18: 395-409.
- MACHIDA, M.; 1969a. [Parasites of the northern fur seal and their relationship to the breeding islands.] (Jap., en.). - *Proc. Jap. Soc. syst. Zool.* 5: 16-17.
- MACHIDA, M.; 1969b. [Parasitic nematodes in the stomach of northern fur seals caught in the western Pacific, off the coast of Northern Japan.] (Jap., en.). - *Jap. J. Parasitol.* 18: 575-579.
- MACHIDA, M.; 1971. [Survey on gastric nematodes of the northern fur seal on breeding islands.] (Jap., en.). - *Jap. J. Parasitol.* 20: 371-378.
- MACHIDA, M.; TAKAHASHI, K.; MASUUCHI, S.; 1978. *Thynnascaris haze* n.sp. (Nematoda, Anisakidae) from goby in the Bay of Tokyo. - *Bull. Natl. Sci. Mus., Ser A (Zool.)* 4: 241-244.
- MAKINGS, P.; 1981. *Mesopodopsis slabberi* (Mysidacea) at Millport, W. Scotland, with the parasitic nematode *Anisakis simplex*. - *Crustaceana* 41: 310-312.
- MARGOLIS, L.; 1977. Public health aspects of "codworm" infection: A review. - *J. Fish. Res. Bd. Can.* 34: 887-898.
- MARGOLIS, L.; ARTHUR, J.R.; 1979. Synopsis of the parasites of fishes of Canada. - *Bull. Fish. Res. Bd. Can.* 199: 269 pp.
- MARGOLIS, L.; BUTLER, T.; 1954. An unusual and heavy infection of a prawn, *Pandalus borealis* Krøyer, by a nematode, *Contracaecum* sp. - *J. Parasitol.* 40: 649-653.
- MARGOLIS, L.; PIKE, G.C.; 1955. Some helminth parasites of Canadian Pacific whales. - *J. Fish. Res. Bd. Canada* 12: 97-120.
- MARKOWSKI, M. St.; 1937. [Über die Entwicklungsgeschichte und Biologie des Nematoden *Contracaecum aduncum* (Rudolphi 1802).] (in polnisch) - *Bull. Acad. Polonaise Sc., Ser. B, II*: 227-247.
- MARR, F.; 1988. Die Verordnung über gesundheitliche Anforderungen an Fische und Schalentiere (Fisch-Verordnung). - *Rundsch. Fleischhyg. Lebensmittelüberw.* 40: 202-203.
- MARTIN, O.; 1921. Über Ascaridenlarven aus dem Fleische von Seefischen. - *Z. InfektKrankh. Haust.* 22: 13-36.
- MARTOSUBROTO, P.; 1972. Fecundity of pink shrimp, *Penaeus duorarum* Burkenroad. - Masters thesis, University of Miami.
- MATTIUCCI, S.; PAGGI, L.; 1989. Multilocus electrophoresis for the identification of larval *Anisakis simplex* A and B and *Pseudoterranova decipiens* A, B and C from fish. - In: Möller, H. (ed.): *Nematode problems in North Atlantic fish*. Int. Counc. Explor. Sea C.M./F:6: 23.
- McCLELLAND, G.; 1980a. *Phocanema decipiens*: Molting in seals. - *Exp. Parasit.* 49: 128-136.
- McCLELLAND, G.; 1980b. *Phocanema decipiens*: Growth, reproduction, and survival in seals. - *Exp. Parasit.* 49: 175-187.
- McCLELLAND, G.; 1982. *Phocanema decipiens* (Nematoda: Anisakinae) experimental infections in marine copepods. - *Can. J. Zool.* 60: 502-509.

- McCLELLAND, G.; 1990. Larval sealworm (*Pseudoterranova decipiens*) infections in benthic macrofauna. - Can. Bull. Fish. Aquat. Sci. 222: 47-65.
- McCLELLAND, G.; MISRA, R.K.; MARCOGLIESE, D.J.; 1985. [Variation in abundance of larval anisakines, sealworm (*Phocanema decipiens*) and related species in Atlantic cod and flatfish from the southern Gulf of St. Lawrence (4T) and Breton Shelf (4Vn).] (Fr., en.). - Rapp. Tech. Can. Sci. Halieut. Aquat.: 63 pp.
- McCLELLAND, G.; MISRA, R.K.; MARTELL, D.J.; 1990. Larval anisakine nematodes in various fish species from Sable Island Bank and vicinity. - Can. Bull. Fish. Aquat. Sci. 222: 83-118.
- McCLELLAND, G.; RONALD, K.; 1974a. *In vitro* development of *Terranova decipiens* (Nematoda) (Krabbe, 1878). - Can. J. Zool. 52: 471-479.
- McCLELLAND, G.; RONALD, K.; 1974b. *In vitro* development of the nematode *Contracaecum osculatum* Rudolphi 1802 (Nematoda: Anisakinae). - Can. J. Zool. 52: 847-855.
- McGLADDERY, S.E.; 1986. *Anisakis simplex* (Nematoda: Anisakidae) infection of the musculature and body cavity of Atlantic herring (*Clupea harengus harengus*). - Can. J. Fish. aquat. Sci. 43: 1312-1317.
- McINTOSH, W.; 1900. A monograph of the British annelids, vol. I., Pt. 2: Polychaeta. Amphionomidae to Sigalionidae. - Roy Society, London, England.
- MÖHL-HANSEN, U.; 1954. Investigations on reproduction and growth of the harbour porpoise (*Phocoena phocoena* [L.]) from the Baltic. - Vidensk. Medd. Dansk. naturh. Foren. 116: 369-398.
- MÖLLER, H.; 1984. Daten zur Biologie der Elbfische. - Kiel, Verlag H. Möller: 217 pp.
- MÖLLER, H.; 1975a. Parasitological investigations on the European eelpout (*Zoarces viviparus* L.) in the Kiel-Fjord (Western Baltic). - Ber. dt. wiss. Kommn Meeresforsch. 24: 63-70.
- MÖLLER, H.; 1975b. Die Parasiten des Dorsches (*Gadus morhua* L.) in der Kieler Förde. - Ber. dt. wiss. Kommn Meeresforsch. 24: 71-78.
- MÖLLER, H.; 1988. Biologie der Nematoden. Entwicklungszyklen der Fischnematoden. - Rundsch. Fleischhyg. Lebensmittelüberw. 40: 195-198.
- MÖLLER, H.; 1989a. Biology of nematodes inhabiting marine fish flesh. - Anim. Res. Develop. 30: 96-106.
- MÖLLER, H.; 1989b. Significance, taxonomy and biology of anisakidae. - WHO Consult. publ. Health Aspects seafood-borne zoon. Dis., 14-16 Nov. 1989, Hannover (FRG), 7 pp.
- MÖLLER, H.; ANDERS, K.; 1983. Krankheiten und Parasiten der Meeresfische. - Kiel, Verlag H. Möller, 285 pp.
- MÖLLER, H.; ANDERS, K.; 1986. Diseases and parasites of marine fishes. - Kiel, Verlag H. Möller: 365 pp.
- MÖLLER, H.; ANDERS, K.; FIEDLER, M.; COSTA, G.; DIECKWISCH, B.; KLATT, S.; LÜCHTENBERG, H.; POHL, C.; RÖNNAU, K.; SCHRÖDER, S.; VOIGT, M.; 1988. Fischbestände und Fischkrankheiten in der Unterelbe 1984-1986. - Kiel, Verlag H. Möller: 344 pp.

- MÖLLER, H.; HOLST, S.; LÜCHTENBERG, H.; PETERSEN, F.; 1991. Infection of eel (*Anguilla anguilla*) from the River Elbe estuary with two nematodes, *Anguillicola crassus* and *Pseudoterranova decipiens*. - Dis. aquat. Org.: in press.
- MÖLLER, H.; KLATT, S.; 1990. Smelt as host of the sealworm *Pseudoterranova decipiens* in the Elbe Estuary. - Can. Bull. Fish. Aquat. Sci. 222: 129-138.
- MÖLLER, H.; SCHRÖDER, S.; 1987. Neue Aspekte der Anisakiasis in Deutschland. - Arch. Lebensmittelhyg. 38: 123-127.
- MOHR, E.; 1935. Historisch-zoologische Walfischstudien. - Nordelbingen 11: 335-393.
- MOHR, E.; 1952. Die Robben der europäischen Gewässer. P. Schöpps, Frankfurt/Main, 283 Seiten.
- MOLIN, R.; 1858. Prospectus helminthum, quae in prodomo faunae helminthologicae Venetiae continentur. - Sitz.-Ber. Math.-Nat. Cl. K. Acad. Wiss., Wien 30: 127-158.
- MORAVEC, F.; NAGASAWA, K.; 1986. New records of amphipods as intermediate hosts for salmonid nematode parasites in Japan. - Folia Parasit. 33: 45-49.
- MORAVEC, F.; NAGASAWA, K.; URAWA, S.; 1985. Some fish nematodes from fresh waters in Hokkaido, Japan. - Folia Parasit. 32: 305-316.
- MOZGOVOI, A.A.; 1949. [A study of the anisakids of cetaceans]. - Trudy gel'mint. Lab. 2: 26-40.
- MOZGOVOI, A.A.; 1951. [Ascarids of mammals of the U.S.S.R. (Anisakoidea).] - Trudy gel'mint. Lab. 5: 12-22.
- MOZGOVOI, A.A.; 1953. [Ascaridata of animals and man and diseases caused by them. II.] (Ru.) - Osnovoy nematodologii II. Moskva.
- MUELLER, J.F.; 1927. The excretory system of *Anisakis simplex*. - Z. Zellforsch. mikr. Anat. 5: 495-504.
- MÜLLER, O.F.; 1776. Zoologiae Danicae prodomus seu animalium Daniae et Norvegiae indigenarum characteres. - Nomina et synonyma imprimis popularum, 1776.
- MYERS, B.J.; 1959. *Phocanema*, a new genus for the anisakid nematode of seals. - Can. J. Zool. 37: 459-465.
- MYERS, B.J.; 1960. On the morphology and life history of *Phocanema decipiens* (Krabbe, 1878) Myers, 1959 (Nematoda: Anisakidae). - Can. J. Zool. 38: 331-344.
- MYERS, B.J.; 1975. The nematodes that cause anisakiasis. - J. Milk Food Techn. 38: 774-782.
- NAGANO, K.; 1989. Gastric terranovasis. - In: Ishikura, H.; Namiki, M. (eds.): Gastric anisakiasis in Japan. Tokyo, Springer Verlag: 133-140.
- NAGASAWA, K.; 1989. The life cycle of *Anisakis simplex*. - In: Möller, H. (ed.): Nematode problems in North Atlantic fish. Int. Coun. Explor. Sea C.M./F:6: 3-7.
- NAGASAWA, K.; URAWA, S.; AWAKURA, T.; 1987. A checklist and bibliography of parasites of salmonids of Japan. - Sci. Rep. Hokkaido Salmon Hatchery 41: 1-75.
- NASCETTI, G.; PAGGI, L.; ORECCHIA, P.; MATTIUCCI, S.; BULLINI, L.; 1983. Two sibling species within *Anisakis simplex* (Ascaridida: Anisakidae). - Parassitologia 25: 306-307.

- NASCETTI, G.; PAGGI, L.; ORECCHIA, P.; SMITH, J.W.; MATTIUCCI, S.; BULLINI, L.; 1986. Electrophoretic studies on the *Anisakis simplex* complex (Ascaridida: Anisakidae) from the Mediterranean and North-East Atlantic. - Int. J. Parasit. 16: 633-640.
- NORRIS, D.E.; OVERSTREET, R.M.; 1975. *Thynnascaris reliquens* sp. n. and *T. habena* (Linton, 1900) (Nematoda: Ascaroidea) from fishes in the northern Gulf of Mexico and eastern U.S. seaboard. - J. Parasitol. 61: 330-336.
- NORRIS, D.E.; OVERSTREET, R.M.; 1976. The public health implications of larval *Thynnascaris* nematodes from shellfish. - J. Milk Food Techn. 39: 47-54.
- ODENSE, P.H.; 1979a. Investigations on temperature tolerance of codworms (*Phocanema decipiens*). II. Data and methods for laboratory cooking experiments. III. Data and methods for fish-plant freezing experiments. IV. Laboratory freezing and heating experiments. - Unveröffentlichter Bericht, Dept. Bio-Resourc. Engineering, Halifax: OSC7-00202.
- ODENSE, P.H.; 1979b. *Phocanema decipiens*, the codworm problem and solutions. - Int. Counc. Explor. Sea C.M./G:40: 5 pp.
- ODENSE, P.H.; 1980. Technological studies of the codworm (*Phocanema decipiens*) problem. - Int. Counc. Explor. Sea C.M./G:26: 10 pp.
- OLSEN, L.S.; 1952. Some nematodes parasitic in marine fishes. - Publs. Inst. Mar. Sci. Univ. Tex. 2: 173-215.
- OORT, E.D.; 1926. Liste der Cetaceen von der holländischen Küste. — Zool. Meded. Leiden 9: 211-214.
- ORECCHIA, P.; PAGGI, L.; MATTIUCCI, S.; SMITH, J.W.; NASCETTI, G.; BULLINI, L.; 1986. Electrophoretic identification of larvae and adults of *Anisakis* (Ascaridida: Anisakidae). - J. Helminth. 60: 331-339.
- ORECCHIA, P.; PAGGI, L.; NASCETTI, G.; BULLINI, L.; MATTIUCCI, S.; 1983. Genetic differentiation between *Anisakis simplex* A, *A. simplex* B and *A. physeteris* (Ascaridida: Anisakidae). - Parassitologia 25: 311-312.
- OSHIMA, T.; 1969. [A study on the first host of *Anisakis*] (Jap.). - Saishin-Igaku 24: 401-404.
- OSHIMA, T.; 1972. *Anisakis* and anisakiasis in Japan and adjacent area. - In: Morishita, K.; Komiya, Y.; Matsubayashi, H. (eds): "Progress of medical parasitology in Japan. Vol. 4." Tokyo: Meguro Parasitological Museum: 301-393.
- OSHIMA, T.; OYA, S.; WAKAI, R.; 1982. *In vitro* cultivation of *Anisakis* type I and type II larvae collected from fishes caught in Japanese coastal waters and their identification. - Jap. J. Parasitol. 31: 131-134.
- OSHIMA, T.; SHIMAZU, T.; KOYAMA, H.; AKAHANE, H.; 1969. [On the larvae of the genus *Anisakis* (Nematoda: Anisakinae) from the euphausiids.] (Jap., en.). - Jap. J. Parasitol. 18: 241-248.
- OSTERHAUS, A.D.M.E.; VEDDER, E.J.; 1988. Identification of virus causing recent sea death. — Nature 335: 20.
- OSTERHAUS, A.D.M.E.; GROEN, J.; De VRIES, P.; UYTDEHAAG, F.G.C.M.; 1988. Canine distemper virus in seals. — Nature 335: 403-404.

- OTSURU, M.; SHIRAKI, T.; KENMOTSU, M.; 1969. On the classification, morphology and experimental infection of Anisakinae larvae found in marine fishes in the sea surrounding the north of Japan. - Jap. J. Parasit. 18: 417-418, (Fish. Res. Bd Can. Transl. Ser. 3086, 1974).
- OVERSTREET, R.M.; 1973. Parasites of some penaeid shrimps with emphasis on reared hosts. - Aquiculture 2: 105-140.
- OVERSTREET, R.M.; MEYER, G.W.; 1981. Hemorrhagic lesions in stomach of rhesus monkey caused by a piscine ascaridoid nematode. - J. Parasit. 67: 226-235.
- PALSSON, J.; 1977. Nematode infestation and feeding habits of Icelandic seals. - Int. Counc. Explor. Sea, C.M.1977/N:20.
- PALSSON, J.; BEVERLEY-BURTON, M.; 1984. Helminth parasites of capelin, *Mallotus villosus*, (Pisces: Osmeridae) of the North Atlantic. - Proc. Helminthol. Soc. Wash. 51: 248-254.
- PALSSON, J.; SIGURJONSSON, J.; 1990. Parasitic nematodes from the stomach of minke whales (*Balaenoptera acutorostrata*) off Iceland. - Rep. Int. Whal. Commn. SC/42/NHMi26.
- PARUKHIN, A.M.; 1973. [Nematodes from Southern Sea fish.] (Ru.). - Biol. Morya Kiev 31:162-177.
- PAYNE, A.I.; 1986. Observations on some conspicuous parasites of the southern African kingklip *Genypterus capensis*. - S. Afr. J. mar. Sci. 4: 163-168.
- PETTER, A.J.; 1969a. Enquête sur les nematodes des sardines pêchées dans la région nantaise. Rapport possible avec les granulomes eosinophiles observés chez l'homme dans la région. - Ann. Parasit. hum. comp. 44: 25-36.
- PETTER, A.J.; 1969b. Enquête sur les nematodes des poissons de la région nantaise. Identification ascarides parasitant les sardines. - Ann. Parasit. hum. comp. 44: 559-580.
- PETTER, A.J.; 1972. Redescription of *Anisakis insignis* Diesing (Ascaridoidea), parasite of the Amazon dolphin, *Inia geoffrensis*. - Invest. Cetacea 4: 93-99.
- PIERANTONI, U.; 1914. Sopra un nematode parassita della "Sagitta" e sul suo probabile ciclo evolutivo. - Tr. IX Cong. Int. Zool. Monaco: 663-664.
- PILLERI, G.; 1983a. Les Cachalot: *Physeter macrocephalus* (Linné, 1758). Les parasites du Cachalot. - Invest. Cetacea Suppl. 15: 164-167.
- PILLERI, G.; 1983b. L'orque ou épaulard: *Orcinus orca* (Linné, 1758). Les parasites du Orque. - Invest. Cetacea Suppl. 15: 247-249.
- PLÖTZ, J.; 1982a. Über den Lebenszyklus von *Paracuaria tridentata* und *Cosmocephalus obvelatus* (Nematoda, Acuariidae) von Seevögeln. - Seevögel, Sonderband: 125-126.
- PLÖTZ, J.; 1982b. Entwicklungsbiologie und Ökologie von *Paracuaria tridentata* und *Cosmocephalus obvelatus* Nematoda (Acuariidae) von Seevögeln. - Dissertation, Universität Braunschweig, 119 pp.
- POLAK, M.F.; KAMPELMACHER, E.H.; 1966. Versl. Volksgezondh 12: 344. (cit. in THIEL 1966).
- POLYANSKI, Y.I.; KULEMINA, I.V.; 1963. On the parasite fauna of young cod in the Barents Sea. - Vestn. Leningr. Univ. 15: 12-21 (Fish. Res. Bd. Can. Transl. Ser. 826: 11 pp.).

- POPOV, V.N.; 1982. [Helminth fauna of *Phoca largha* and *Phoca vitulina*.] (Ru.). - In: Naukova Dumka (ed.), Parazity i parazitozy cheloveka i zhyvotnykh (Sbornik nauchnykh trudov), Kiev, pp. 153-157.
- POPOV, V.N.; YURAKHNO, M.V.; SKRJABIN, V.A.; 1980. [Helminth fauna of the Okhotsk ringed seal from the Terpeniya Bay, Russian-S.F.S.R., U.S.S.R., and Soya Strait between Japan and Sakhalin Island, Russian-S.F.S.R., U.S.S.R.] (Ru.) - Parasitologiya (Lening.) 10: 325-332.
- POPOVA, T.I.; MOZGOVOI, A.A.; DMITRENKO, M.A.; 1964. Biology of Ascaridata of animals from the White Sea. - Tr. Gel'mint. Lab. Akad. Nauk SSSR 14: 163-169.
- POPOVA, T.I.; VALTER, E.D.; 1965. On the elucidation of the life cycle of the fish nematode *Contracaecum aduncum* (Rudolphi, 1802) Baylis, 1920 (Ascaridata). - Mater. Nauch. Konf. Vsesoyuznogo Obshchestva Gel'mint. 1: 175-178. (Fish. Res. Bd. Can. Transl. Ser. 1797: 4 pp.).
- POPOVA, T.I.; VALTER, E.D.; 1967. Infection of White Sea polychaetes with larvae of Ascaridata. - Probl. Parazitol. (Tezis. Dokl. V Konf. Parazitol. Ukr. SSR) 1967: 181-182. (Fish. Res. Bd Can. Transl. Ser. No. 1855).
- PRIME, J.H.; 1973. Infection of young grey seals with stomach nematodes. - Int. Counc. Explor. Sea, C.M.1973/5: 1-10
- PUNT, A.; 1941. Recherches sur quelques nematodes parasites de poissons de la Mer du Nord. - Mem. Mus. Roy. Hist. Nat. Belg. 98: 1-110.
- RAE, B.B.; 1965. The food of the common porpoise (*Phocoena phocoena*). - J. Zool. 146: 114-122.
- RAE, B.B.; 1973. Additional notes of the food of the common porpoise (*Phocoena phocoena*). - J. Zool. 169: 127-131.
- RAGA, J.A.; CARBONELL, E.; 1985. New dates about parasites on *Stenella coeruleoalba* (Meyen, 1833) (Cetacea: Delphinidae). - Invest. Cetacea 17: 207-213.
- RAILLIET, M.A.; HENRY, A.; 1907. Nemathelminthes parasites. - Exped. Antarct. Francaise (Charcot), 1907: 1-6.
- RAILLIET, M.A.; HENRY, A.; 1912. Quelques nematodes parasites des reptiles. - Bull. Soc. Path. exot., Paris, 5: 251-259.
- RAUCK, G.; 1964. Die Struktur der Otolithen des Ostseeherings als Hilfsmittel bei der Trennung biologischer Gruppen. - Dissertation, math.-nat. Fak., Universität Kiel, 93 pp.
- REIJNDERS, P.J.H.; 1981. The effect of seal hunting in Germany of the further existence of a harbour seal population in the Dutch Wadden Sea. Res. Inst. Nat. Manage. Den Burg, Texel, Netherlands. - Z. Säugetierkd. 48(1): 50-54.
- REIJNDERS, P.J.H.; LANKESTER, K.; 1990. Status of marine mammals in the North Sea. — Netherlands J. Sea Res. 26(2-4): 427-435.
- REIMER, L.W.; 1984. Investigations of shallow and deepwater prawns and fishes on parasites and short note on biomass of plancton of the coast of the P.R. of Mozambique. - FischForsch. 22: 27-35.
- REIMER, L.W.; BERGER, C.; HEUER, B.; LAINKA, H.; ROSENTHAL, I.; SCHARNWEBER, I.; 1971. [On the distribution of larvae of helminths in plankton animals of the North Sea.] (Ru., en.). - Parazitologiya 5: 542-550.

- ROBINEAU, D.; DUHAMEL, G.; 1984. Régime alimentaire du dauphin de Commerson *Cephalorhynchus commersoni* (Lacepede, 1804) aux îles Kerguelen, pendant l'été austral. - Bull. Mus. nat., Paris, 4. ser., sectiona A, 6(2): 551-559.
- RONALD, K.; 1960. The effects of physical stimuli on the larval stage of *Terranova decipiens* (Krabbe, 1878) (Nematoda: Anisakidae). I. Temperature. - Can. J. Zool. 38: 623-642.
- RUDOLPHI, C.A.; 1802. Fortsetzung der Beobachtungen über die Eingeweidewürmer. - Arch. Zool. Zoot. 2: 1-67.
- RUDOLPHI, C.A.; 1809. Entozoorum sive vermium intestinalu historia naturalis. - Amsterdam, Vol. II, Pt. I.
- RUDOLPHI, C.A.; 1819. Entozoorum synopsis cui accedunt mantissa duplex et indices locupletissimi. - Berolini, 811 pp.
- RUITENBERG, E.J.; 1970. Anisakiasis. Pathogenesis, serodiagnosis and prevention. - Thesis, Rijksuniversiteit, Utrecht, 138 pp.
- RUSSELL, F.S.; 1932. On the biology of *Sagitta*. II. The breeding and growth of *Sagitta setosa* J. Müller in the Plymouth area, 1930-31, with a comparison with that of *S. elegans* Verill. - J. mar. Biol. Ass., United Kingdom, 18: 147-160.
- SCHAUM, E.; MÜLLER, W.; 1967. Die Heterocheilidiasis. - Dt. med. Wochenschr. 92: 1-9.
- SCHEFFER, T.; SPERRY, C.C.; 1931. Food habits of the Pacific harbour seal (*Phoca richardii*). - J. Mammal. 12: 214-226.
- SCHEIBEL, W.; WEIDEL, H.; 1988. Zum Vorkommen von Kegelrobben (*Halichoerus grypus*, Fab. 1791) in Schleswig-Holstein. — Zool. Anz. 220 1/2: 65-70, VEB Gustav Fischer Verlag Jena.
- SCHILLER, E.L.; 1954. Studies on the helminth fauna of Alaska, XVII. Notes on the intermediate stages of some helminth parasites of the sea otter. - Biol. Bull. 106: 107-121.
- SCHMIDT, G.D.; LEIBY, P.D.; KRITSKY, D.C.; 1974. Studies on helminths of North Dakota. VIII. Nematodes from paddlefish, *Polyodon spathula* (Walbaum), including *Thynascaris dollfusi* sp. nov. (Nematoda: Sotmachidae). - Can. J. Zool. 52: 261-263.
- SCHMIDT, W.; 1968. Vergleichend morphologische Studie über Otolithen mariner Knochenfische. - Arch. Fischereiwiss. 19(1): 1-96.
- SCHMIDT-RIES, H.; 1940. Die bisher bei dem Kleinen Tümmler (*Phocaena phocaena* L.) festgestellten Parasiten. - Zentralbl. Bakt. Abt. Orig. 145: 89-106.
- SCHRÖDER, S.; 1987. Nematoden in Seefischprodukten als lebensmittelhygienisches Problem. - Diplomarbeit, Fachhochschule Hamburg: 57 pp.
- SCHULTZ, G.; 1911. Untersuchungen über Nahrung und Parasiten von Ostseefischen. - Wiss. Meeresunters., Kiel 13: 285-312.
- SCHULTZ, W.; 1970. Über das Vorkommen von Walen in der Nord- und Ostsee (Ord. Cetacea). — Zool. Anz. 185: 172-264.
- SCHULZE, G.; 1987. Die Schweinswale. - Neue Brehmbücherei, Verlag A. Ziemsen, Wittenberg Lutherstadt, 1987.

- SCHUURMANS STEKHOVEN, J.H.jr. von; ALLGEN, C.; 1941. *Contracaecum*-Larven als Xenobionten in Coelenteraten. - Zool. Anz., Leipzig, 136: 76-77.
- SCOTT, D.M.; 1955. On the early development of *Porrocaecum decipiens* - J. Parasit. 41: 321-322.
- SCOTT, D.M.; 1957. Records of larval *Contracaecum* sp. in 3 species of mysids from Bras d'Or Lakes, Nova Scotia, Canada. - J. Parasitol. 43: 290.
- SCOTT, D.M.; BLACK, W.F.; 1960. Studies on the life-history of the ascarid *Porrocaecum decipiens* in the Bras d'Or Lakes, Nova Scotia, Canada. - J. Fish. Res. Bd. Can. 17: 763-774.
- SCOTT, D.M.; FISHER, H.D.; 1958a. Incidence of a parasitic ascarid, *Porrocaecum decipiens*, in the common porpoise, *Phocoena phocoena*, from the Lower Bay of Fundy. - J. Fish. Res. Bd. Can. 15: 1-4.
- SCOTT, D.M.; FISHER, H.D.; 1958b. Incidence of the ascarid *Porrocaecum decipiens* in the stomachs of three species of seals along the southern Canadian Atlantic mainland. - J. Fish. Res. Bd. Can. 15: 495-516.
- SERGEANT, D. E.; 1969. Feeding rates of cetacea. — FiskDir. Skr. Ser. HavUnders., 15: 246-258
- SHIMAZU, T.; 1974. I. Larvae of Anisakinae. 2. Ecology. - Jap. Soc. scient. Fish. 7: 23-43, (Fish. mar. Serv. Transl. Ser. 3437, 1975).
- SHIMAZU, T.; 1982. Some helminth parasites of marine planctonic invertebrates. - J. Nagano-ken Junior Coll. 37: 11-29.
- SHIMAZU, T.; OSHIMA, T.; 1972. Some larval nematodes from euphausiid crustaceans. - In: Takenouti, A.Y. (ed.): Biological oceanography of the northern North Pacific Ocean. Tokyo, Idemitsu Shoten: 403-409.
- SHIMAZU, T.; OSHIMA, T.; KOYAMA, H.; AKAHANE, H.; 1970. [Further observations on *Anisakis* sp. larvae (Type I) from the euphausiid crustaceans, and especially on *Euphausia pacifica* as a new intermediate host.] (Jap.). - Jap. J. Parasitol. 19: 338.
- SHIRAKI, T.; 1969a. Histopathological diagnosis of the larva migrans in the digestive tract. - Saishin Igaku 24: 378-389.
- SHIRAKI, T.; 1969b. On the histopathological diagnosis of the disease caused by migratory larval nematodes in the gastro-intestinal tract (mainly disease caused by *Anisakis*). - Saishin Igaku 24: 378-389, (Transl. Ser. Fish. Res. Bd. Can. 1323).
- SHIRAKI, T.; 1974. Larval nematodes of family Anisakidae (Nematoda) in the northern Sea of Japan - as a causative agent of eosinophilic phlegmone or granuloma in the human gastro-intestinal tract. - Acta med. Biol. 22: 57-98.
- SHIRAKI, T.; HASEGAWA, H.; KENMOTSU, M.; OTSURI, M.; 1976. Larval anisakid nematodes from the prawns, *Pandalus* spp. - Jap. J. Parasitol. 25: 148-152.
- SHULMAN, S.S.; 1958. Specificity of fish parasites. - In: Dogiel, V.A.; Petrushevski, G.K.; Polyanski, Y.I. (eds.): Parasitology of fishes. Hong Kong, T.F.H. Publ. 1970: 104-116.
- SHULMAN, S.S.; 1958. Zoogeography of parasites of USSR freshwater fishes. - In: Dogiel, V.A.; Petrushevski, K.G.; Polyanski, Y.I. (eds.): Parasitology of fishes. Hong Kong, T.F.H. Publ. 1970: 180-229.

- SHULTS, L.M.; 1982. Helminths of the spotted seal, *Phoca largha*, from the Bering Sea. - J. Wildl. Dis. 18: 59-62.
- SHULTS, L.M.; FROST, K.J.; 1988. Helminth parasites of ribbon seals, *Phoca fasciata*, in the Bering Sea and their intermediate hosts. - Proc. helminth. Soc. Wash. 55(1): 68-73.
- SIEVERS, U.; 1985. Untersuchungen zur Nahrungsökologie des Seehundes *Phoca vitulina* im schleswig-holsteinischen Wattenmeer. - Hausarbeit wiss. Prüf. Lehramt Gymn., Universität Kiel: 102 pp.
- SIMILÄ, T; UGARTE, F.; 1991. Killer whales (*Orcinus orca*) in northern Norway. — 5th Ann. Conf. Europ. Cetacean Soc., Sandefjord, 21-23 February.
- SKRIJABIN, A.S.; 1959. [New species of helminths from marine mammals from the Pacific Ocean and Far-eastern Seas.] (Ru.). - Izvest. Crimskogo Pedagogichesk. Inst. 34: 99- 118.
- SKRIJABIN, A.S.; 1960. [Helminth fauna of marine mammals in the Pacific Ocean and the Far East Sea]. (Rus.). - Trudy Perboi Nauchnoi Konferensii Prepodaate Biologicheskij Selboskojosyastbennij y Jimicheskij Dissiplin. Pedagogiche Institutov S.S.S.R. 15: 225-241.
- SLUITERS, J.F.; 1974. *Anisakis* sp. larvae in the stomachs of herring (*Clupea harengus* L.). - Z. Parasitenkd. 44: 279-288.
- SMEDLEY, E.M.; 1934. Some parasitic nematodes from Canadian fishes. - J. Helminthol. 12: 210-219.
- SMEENK, C.; 1986. Strandingen van Cetacea op de Nederlandse Kust. — Lutra 29: 268-281.
- SMEENK, C.; 1989. Strandingen van Cetacea op de Nederlandse Kust. — Lutra 32: 164-180.
- SMITH, G.J.D.; GASKIN, D.E.; 1974. The diet of harbour porpoises (*Phocoena phocoena* (L.)) in coastal waters of Eastern Canada, with special reference to the Bay of Fundy. - Can. J. Zool. 52: 777-782.
- SMITH, J.W.; 1971. *Thysanoessa inermis* and *T. longicaudata* (Euphausiidae) as first intermediate hosts of *Anisakis* sp. (Nematoda: Ascaridata) in the northern North Sea, to the north of Scotland and at Faroe. - Nature 234: 478.
- SMITH, J.W.; 1974. Experimental transfer of *Anisakis* sp. larvae (Nematoda: Ascaridida) from one fish host to another. - J. Helminth. 48: 229-234.
- SMITH, J.W.; 1983a. Larval *Anisakis simplex* (Rudolphi, 1809: det. Krabbe, 1878) and larval *Hysterothylacium* sp. (Nematoda: Ascaridoidea) in euphausiids (Crustacea: Malacostraca) in the north-east Atlantic and northern North Sea. - J. Helminth. 57: 167-177.
- SMITH, J.W.; 1983b. *Anisakis simplex* (Rudolphi, 1809: det. Krabbe, 1878) (Nematoda: Ascaridoidea): Morphology and morphometry of larvae from euphausiids and fish, and a review of the life-history and ecology. - J. Helminth. 57: 205-224.
- SMITH, J.W.; 1988. An electronic method for estimating the vaginal and uterine egg content of nematodes, with special reference to ascaridoids. - Can. J. Zool. 66: 2253-2254.
- SMITH, J.W.; 1989. Ulcers associated with larval *Anisakis simplex* B (Nematoda: Ascaridoidea) in the forestomach of harbour porpoises *Phocoena phocoena* (L.). - Can. J. Zool. 67: 2270-2276.
- SMITH, J.W.; WOOTTEN, R.; 1978a. *Anisakis* and anisakiasis. - Adv. Parasit. 16: 93-163.

- SMITH, J.W.; WOOTTEN, R.; 1978b. Further studies on the occurrence of larval *Anisakis* in blue whiting. - Int. Coun. Explor. Sea C.M./H:53: 9 pp.
- SMITH, J.W.; WOOTTEN, R.; 1984a. *Anisakis* larvae ("herringworm")(Nematoda) in fish. - In: Sindermann, C.J. (ed.): Fiches Identif. Mal. Parasit. Poissons, Crust. Mollusques No. 8.: 5 pp.
- SMITH, J.W.; WOOTTEN, R.; 1984b. *Phocascaris/Contracaecum* larvae (Nematoda) in fish. - In: Sindermann, C.J. (ed.): Fiches Identif. Mal. Parasit. Poissons, Crust. Mollusques No. 9.: 4 pp.
- SMITH, J.W.; WOOTTEN, R.; 1984c. *Pseudoterranova* larvae ("codworm")(Nematoda) in fish. - In: Sindermann, C.J. (ed.): Fiches Identif. Mal. Parasit. Poissons, Crust. Mollusques No. 7: 5 pp.
- SOLEIM, O.; 1974. Scanning electron microscope observations of *Contracaecum aduncum* (Nematoda: Ascaridoidea). - Norw. J. Zool. 22: 171-175.
- SOLEIM, O.; BERLAND, B.; 1981. The morphology of *Thynnascaris adunca* (Rudolphi) (Nematoda, Ascaridoidea). - Zool. Scr. 10: 167-182.
- SOLONCHENKO, A.I.; KOVALEVA, T.M.; 1985. [Larval nematode *Hysterothylacium aduncum* from *Pseudocalanus elongatus*.] (Ru., en.). - Ekol. Morya. 20: 65-66.
- SPREHN, C.; 1966. Helminthen der Robben (Pinnipedia) des nördlichen Atlantik, des europäischen Nordmeeres und des nördlichen Eismeer. - Angew. Parasit. 7: 172-179.
- STILES, C.W.; HASSALL, A.; 1899. Internal parasites of the fur seal. - In: The fur seals and fur seal islands of the North Pacific Ocean. Washington, part. III, pp. 99-177.
- STOBO, W.T.; BECK, B.; 1985. Preliminary analysis of seasonal sealworm burdens in Sable Island grey seals (*Halichoerus grypus*) and size related differences. - Int. Coun. Explor. Sea, C.M. 3/1985, 12 pp.
- STOBO, W.T.; BECK, B.; FANNING, L.P.; 1990. Seasonal sealworm (*Pseudoterranova decipiens*) abundance in grey seals (*Halichoerus grypus*). - Can. Bull. Fish. Aquat. Sci. 222: 147-162.
- STOSSISCH, M.; 1904. Sopra alcuni nematodi. - Ann. Mus. Zool. R. Univ. Napoli n.s., I, 15: 1-4.
- SUDARIKOV, V.E.; RYZHIKOV, K.M.; 1951. [Notes on the bionomics of *Contracaecum osculatum baicalensis*, a nematode of the Baikal seal.] (Ru.). - Tr. Helmintol. Lab. 5: 59-66.
- SVÄRDSON, G.; 1955. Salmon stock fluctuations in the Baltic Sea. - Ann. Rep. Inst. Freshwat. Res., Drottingholm 36: 226-262.
- SVENDSEN, Y.S.; 1990. Hosts of third stage larvae of *Hysterothylacium* sp. (Nematoda, Anisakidae) in zooplankton from outer Oslofjord, Norway. - Sarsia 75: 161-176.
- SWEENEY, J.C.; RIDGWAY, S.H.; 1975. Common diseases of small cetaceans. J. Am. Vet. Med. Ass. 167: 533-540.
- TESTI, F.; BRAVI, M.V.; ANDREUCCI, A.; 1971. Gastrite ulcerativa da nematodi in un delfino (*Delphinus delphis* L.) del mare Adriatico. - Parassitologia 13: 355-360.
- THIEL, M.; 1990. Untersuchungen zum Jahresrhythmus und Bestand der Seehunde (*Phoca vitulina* L.) auf den Sandbänken im schleswig-holsteinischen Wattenmeer. — Bericht 1989: Ökosystemforschung Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, Teil A, Untersuchungen zur Biologie von Robben: 88 pp.

- THIEL, P.H. van; 1962. Anisakiasis. - *Parasitology* 52: 16-17.
- THIEL, P.H. van; 1966. The final hosts of the herringworm *Anisakis marina*. - *Trop. geogr. Med.* 18: 310-328.
- THIEL, P.H. van; 1976. The present state of anisakiasis and its causative worms. - *Trop. geogr. Med.* 28: 75-85.
- THWAITE, J.W.; 1927. On a collection of nematodes from Ceylon. - *Ann. Trop. Med. Parasit.* 21: 225-244.
- TOLGAY, Z.; 1965. Investigations on the resistance of the *Contracaecum* larvae from anchovy, *Engraulis encrasicolus*, to the home cooking and salting methods and their pathogenicity for the laboratory animals. - *Ankara Univ. Vet. Fak. Derg.* 12: 155-163.
- TOUGAARD, S.; 1989. Monitoring harbour seal (*Phoca vitulina*) in the Danish Wadden Sea. — *Helgoländer Meeresunters.* 43: 347-356.
- TRESHCHEV, V.V.; 1982. [Specificity of helminths of marine mammals in the European section of the Arctic.] (Ru.). - In: Naukova Dumka (ed.), *Parazity i parazitazy cheloveka i zhivotnykh* (Sbornik nauchnykh trudov), Kiev, pp. 219-223.
- TRESHCHEV, V.V.; POTELOV, V.A.; ZAVALEEVA, D.D.; 1967. [Contribution to the study of the helminth fauna of *Phoca hispida* and *Cystophora cristata*.] (Ru.). - *Tr. Polyarn Nauchno Issled. Poetn. Inst. Morsk. Rybn Khoz. Okeanogr.* 21: 194-197.
- USPENSKAYA, A.V.; 1963. [Parasitic fauna of benthic crustaceans from the Barents Sea.] (Ru.) - *Akad. Nauk SSSR, Moscow, Leningrad*, 128 pp.
- VALTER, E.D.; 1968. On the hosts of *Contracaecum aduncum* (experimental infection of animals with larvae of the parasite). - *Proc. Sev. Sess. Scien. Coun. Probl. of "The Biological Res. of the White Sea and Int. Waters of Karelia" March* (Fish. Res. Bd. Can. Transl. Ser. 2031, 1972: 2 pp.)
- VALTER, E.D.; 1970. Infection of White Sea fishes and polychaetes with *Contracaecum aduncum* (Rud. 1802) Baylis, 1920. - *Tr. Belomorsk. Biol. Stn. Mosk. Gos. Univ.* 3: 106-112.
- VALTER, E.D.; 1978. Discovery of *Terranova decipiens* (Nematoda, Ascaridata) in the amphipod, *Caprella septentrionalis*. — *Vestn. Mosk. Univ. Ser. XVI. Biol.* (3): 12-14.
- VALTER, E.D.; 1979. [Observations of larval *Contracaecum osculatum* (Nematoda, Ascaridata) in fish from the White Sea.] (Ru.). - *Biol. Nauk.* 11: 52-59.
- VALTER, E.D.; 1987. *Marinogrammus obtusatus* (Amphipoda), a new intermediate host of the nematode *Pseudoterranova decipiens*. - *Nauchn. Dokl. Vysshei Shkoly, Biol. Nauk.* 6: 28-32. (Can. Transl. Fish. Aquat. Sci. No. 5419).
- VALTER, E.D.; POPOVA, T.I.; 1974. The role of the polychaete *Lepidonotus squamatus* (L.) in the biology of anisakids. - *Tr. Belomorsk. Biol. Stn. Mosk. Gos. Univ.* 4: 177-182. (Fish. Mar. Serv. Transl. Ser. No. 3604).
- VALTONEN, E.T.; FAGERHOLM, H.-P.; HELLE, E.; 1988. *Contracaecum osculatum* (Nematoda: Anisakidae) in fish and seals in Bothnian Bay (northeastern Baltic Sea). - *Int. J. Parasit.* 18: 365-370.
- VIK, R.; 1964. Penetration of stomach wall by *Anisakis*-type larvae in porpoises. - *Can. J. Zool.* 42: 513.

- VIK, R.; 1965. *Anisakis* larvae in Norwegian food fishes. - Proc. 1st int. Congr. Parasit. 1964: 1: 568-569.
- VILELLA, J.B.; IVERSEN, E.S.; SINDERMAN, C.J.; 1970. Comparison of the parasites of pond-reared and wild pink shrimp (*Penaeus duorarum* Burkenroad) in South Florida. - Tr. Am. Fish Soc. 99: 789-794.
- VITTELLO, P.; BOUROIS, J.; GOUEDARD, D.; 1970. Stade larvaire de *Thynnascaris* sp. (Nematoda Anisakidae) chez *Sagitta setosa*. - Vie Milieu Ser. A 21: 257-260.
- VITZTHUM, H. van; 1933. Zählebigkeit eines Nematoden. - SitzBer. Ges. Naturf. Fr. Berlin 1932: 370-372.
- VOGEL, S.C.; 1990. Untersuchungen zum Bestand von Seehunden (*Phoca vitulina*) und Kegelrobben (*Halichoerus grypus*) auf Liegeplätzen im schleswig-holsteinischen Wattenmeer. — Bericht 1989: Ökosystemforschung Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, Teil A, Untersuchungen zur Biologie von Robben: 40 pp.
- VOIGT, M.; 1986. Gammariden (Crustacea: Amphipoda) als Zwischenwirte von Fischparasiten in schleswig-holsteinischen Küstengewässern. - Diplomarbeit, math.-nat. Fak., Universität Kiel, 63 pp.
- VOIGT, M.; 1991. Community structure of the helminth parasite fauna of gammarids (Crustacea: Amphipoda) in the Kiel Bight, western Baltic Sea. - Meeresforschung, submitted.
- WALLACH, J.D.; 1972. The management and medical care of pinnipeds. - J. Zoo Anim. Med. 3(4): 45-72.
- WARD, H.B.; MAGATH, T.B.; 1917. Notes on some nematodes from freshwater fishes. - J. Parasitol. 3: 57-65.
- WEBER, A.; 1988. Helminthen im Gastrointestinal-Trakt des Seehundes (*Phoca vitulina*). - Diplomarbeit, math.-nat. Fak., Universität Kiel, 106 pp.
- WEBER, W.; 1970. Untersuchungen an den Beständen des Herings (*Clupea harengus* L.) der westlichen Ostsee. - Dissertation, math.-nat. Fak., Universität Kiel, 85 pp.
- WHITE, J.R.; 1976. A pygmy killer whale found on the east coast of Florida. - Florida Sci. 39: 31-36.
- WILKE, F.; KENYON, K.W.; 1952. Notes on the food of fur seal, sea lion and harbour porpoise. - J. Wildl. Managm. 16: 396-397.
- WILLIAMS, H.H.; JONES, A.; 1976. Marine helminths and human health. - Commonw. Inst. Helminth. Misc. Publ. 3: 1-47.
- WIPPER, E.; 1975. Die ökologischen und pathologischen Probleme beim europäischen Seehund (*Phoca vitulina*, Linné 1758) an der niedersächsischen Nordseeküste. - Dissertation, Vet.med., Universität München. (cit. in HAGMANN 1976).
- WOODBURN, K.D.; ELDRED, B.; CLARK, E.; HUTTON, R.F.; INGLE, R.M.; 1957. The life bait shrimp industry of the west coast of Florida (Cedar Key to Naples). - Fl. St. Bd Conserv., Tech. Ser. 21, 33 pp.
- WOOTEN, R.; 1978. The occurrence of larval anisakid nematodes in small gadoids from Scottish waters. - J. mar. biol. Ass. U.K. 58: 347-356.
- WÜLKER, G.; 1930. Nematoden aus Nordseetieren I. - Zool. Anz. 87: 293-302.

- WYNEKEN-GÖRGEN, A.; 1987. *Anisakis*-Infektionen des Menschen und ihre klinische Relevanz in Deutschland. - Dissertation, Universität Bonn, 75 pp.
- YAMADA, G.; 1971. [Studies on the prevention of *Anisakis* larva infection.] (Jap., en.). - J. Osaka City Med. Cent. 20: 131-159.
- YAMAGUTI, S.; 1935. Studies on the helminth fauna of Japan. Part 9. Nematodes of fishes, I. - Jap. J. Zool. 6: 337-386.
- YAMAGUTI, S.; 1941. Studies on the helminth fauna of Japan, part 33. Nematodes of fishes, II. - Jap. J. Zool. 9: 343-396.
- YAMAGUTI, S.; 1954. Parasitic worms mainly from Celebes, part 9. Nematodes of fishes. - Acta Med. Okayama 9: 122-133.
- YAMAGUTI, S.; 1961a. Studies on the helminth fauna of Japan. Part 57. Nematodes of fishes, III. - J. Helminth., R.T. Leiper Suppl.: 217-228.
- YAMAGUTI, S.; 1961b. "Systema Helminthum. Vol. III. The Nematodes of Vertebrates." 2 parts. New York, Interscience.
- YASUI, W.Y.; GASKIN, D.E.; 1986. Energy budget of a small cetacean, the harbour porpoise, *Phocoena phocoena* (L.). - Ophelia 25(3): 183-197.
- YOSHINAGA, T.; OGAWA, K.; WAKABAYASHI, H.; 1987. Experimental life cycle of *Hysterothylacium aduncum* (Nematoda: Anisakidae) in fresh water. - Fish Path. 22: 243-251.
- YOSHINAGA, T.; OGAWA, K.; WAKABAYASHI, H.; 1987. New record of third-stage larvae of *Hysterothylacium aduncum* (Nematoda: Anisakidae) from *Neomysis intermedia* (Crustacea: Mysidae) in a freshwater lake in Hokkaido, Japan. - Nippon Suisan Gakkaishi 53: 63-65.
- YOUNG, P.C.; 1972. The relationship between the presence of larval anisakine nematodes in cod and marine mammals in British home waters. - J. appl. Ecol. 9: 459-485.
- YOUNG, P.C.; LOWE, D.; 1969. Larval nematodes from fish of the subfamily Anisakinae and gastrointestinal lesions in mammals. - J. comp. Path. 79: 301-313.
- YURAKHNO, M.V.; POPOV, V.N.; 1976. [Helminths from seals in the local state of the Bering Sea]. (Ru.). - Ecologiya 1: 102-104.
- ZAM, S.G.; CALDWELL, D.K.; CALDWELL, M.C.; 1971. Some endoparasites from small odontocete cetaceans collected in Florida and Georgia. - Cetology 2: 1-11.
- ZEDER, J.G.; 1800. Erster Nachtrag zur Naturgeschichte der Eingeweidewürmer. - Leipzig, xx + 320 pp.
- ZEDER, J.G.; 1803. cit. in CLAUSSEN 1990.
- ZHALTSANOVA, D.S.D.; PRONIN, N.M.; GLADYSH, A.; BRYKONA, L.N.; 1981. [Annual and seasonal variations of *Contracaecum osculatum baicalensis* infection in *Phoca sibirica* in the Baikal Lake]. (Rus.). - Parasitologiya (Leningrad) 15: 240-245.